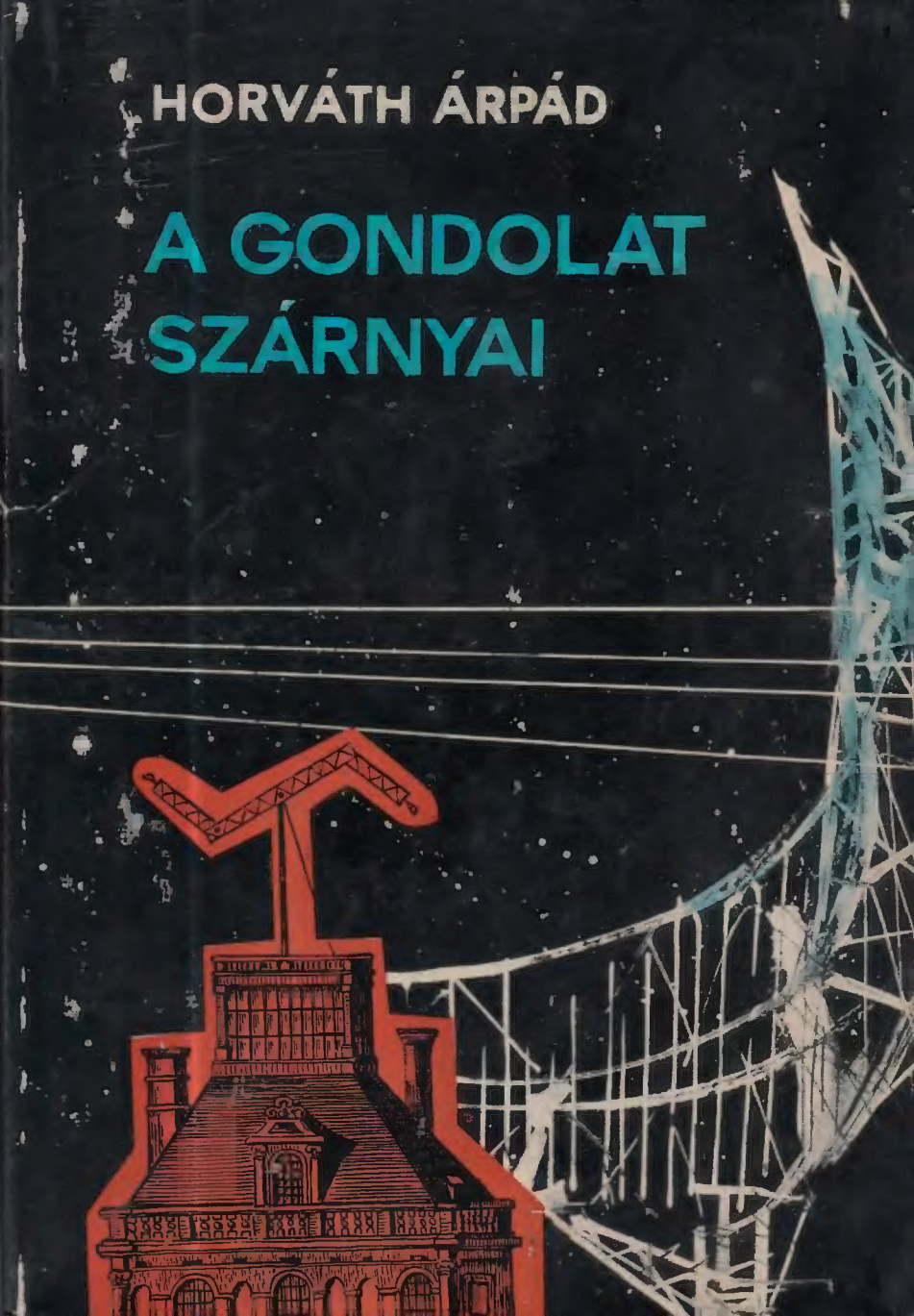
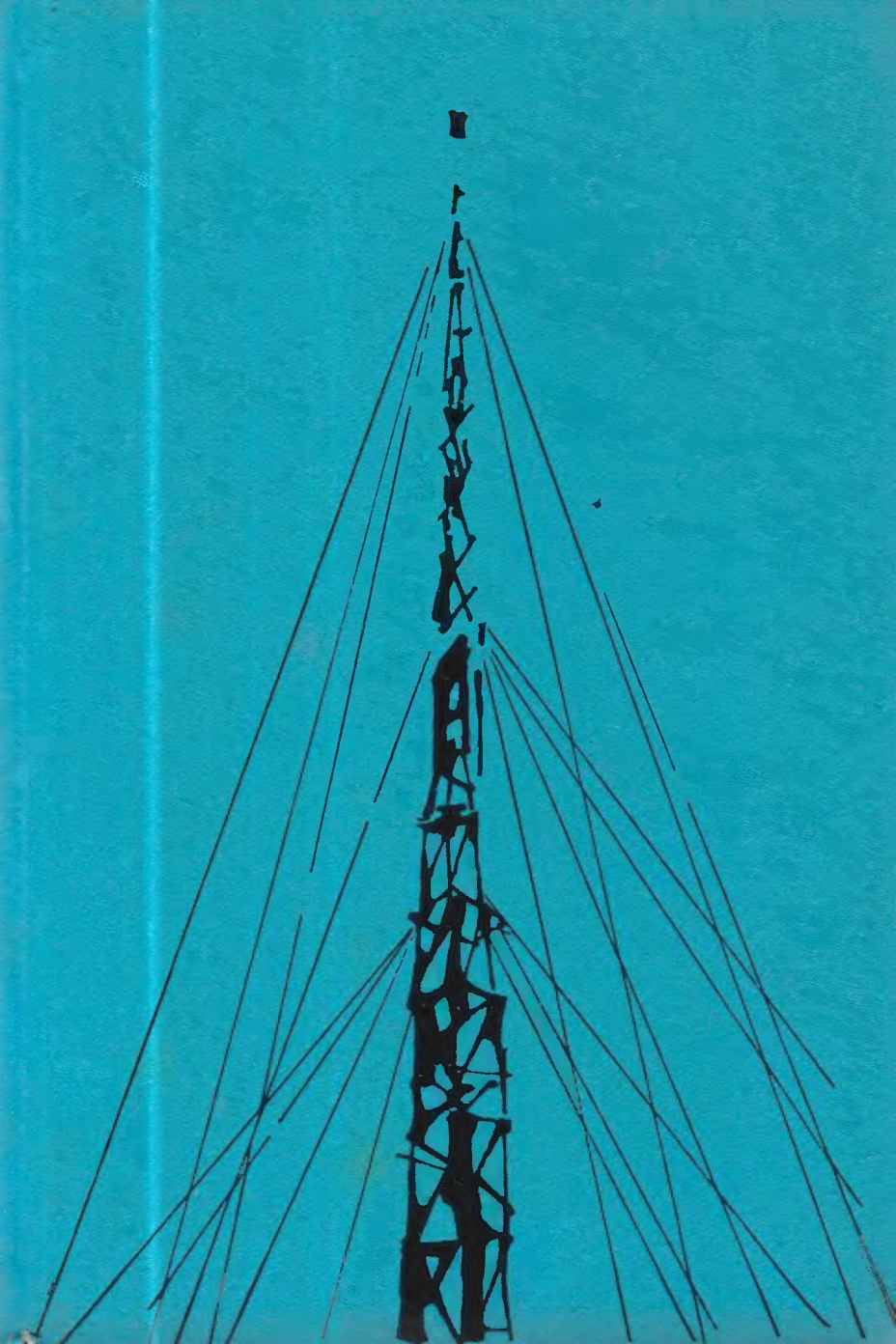
HORVÁTH ÁRPÁD

A GONDOLAT SZÁRNYAI





DR. HORVÁTH ÁRPÁD

A GONDOLAT SZÁRNYAI

Képek a katonai híradástechnika történetéből

ZRÍNYI KATONAI KIADÓ, BUDAPEST 1969

Lektor: BÁLINT JÁNOS

A GONDOLAT SZÁRNYAI

Könyvünk az emberi gondolat távolbajuttatása eszközeinek, prózai kifejezéssel élve, a híradástechnikának sok ezer éves fejlődését kívánja inkább csak érzékeltetni, mintsem részleteiben bemutatni. A híradástechnika történetéről igen sok értékes tanulmány, jó könyv jelent meg nálunk is, más országokban is, így nem lehet célunk számuk szaporítása. Könyvünk, bár a találmányok születéséről, feltalálók küzdelmeiről is szól, és ismerteti az újonnan létrejött szerkezetek lényegét, mégis elsősorban a katonai híradástechnika kialakulásának krónikáját óhajtja bemutatni. Nem vitás, a híradástechnika egésze a hadviselés követelményeiben gyökerezik, és fejlesztésének legfőbb motorjai napjainkban is a katonai igények.

A katonai híradástechnika történetét tárgyaló összefoglaló haditechnikai-művelődéstörténeti munka azonban ez ideig sehol sem jelent meg. Ugyanígy a hadviselő államok híradó alakulatainak békebeli és háborús szereplését csak a levéltárak, a memoárok szűkszavú, olykor célzatos feljegyzéseiből – sok esetben csak hézagosan – ismerhetjük meg.

Szerény könyvünk tehát a katonai híradástechnika történetéről kíván – távolról sem teljes – képet nyújtani. Az

illusztrációs anyagot úgy válogattuk össze, hogy érdekessége mellett elsősorban katonai vonatkozású legyen. A közkönyvtárak és a múzeumok – mint minden munkámban – ezúttal is készséges segítséget nyújtottak.

Külön megköszönöm G. K. Cverava bokszitogorszki mérnök-tudománytörténész kollégámnak a szovjet és az orosz anyag megküldését, Demetrovics Szilárd mérnök barátomnak az orosz fordítást, és Natalia Csernyevszkajának az orosz nyelvű levelezés szíves intézését.

EMLÉKEZZÜNK A RÉGIEKRŐL

Lebullt lováról Ali basa
Megvétetett Győr városa,
Ez a história.
(Mohl Antal: Győr eleste és visszavétele)

1598. március 28-ról 29-re virradó éjszaka szép holdvilág permetezett alá a Kisalföld vizenyős rétjeire, erdőire. A Duna mentén húzódó erdő szálfái között magyar huszárok nyomultak óvatosan Győr vára felé. A négy évvel előbb török kézre került várat magas bástyák, erős városkapuk, elszánt török katonaság védte. A korábban keleti végvárból – a Habsburgok birodalmának keleti védelmezőjéből – nyugati végvár lett. Az ozmán birodalmat védte Bécs felől. Győr elfoglalása vagy megtartása mindenképpen fontos volt, de a hosszú, rendszeres ostromra a császári hadsereg nem vállalkozott. Ezért bízták a magyarokra. *Pálffy Miklós* generális indult neki huszárjaival, hogy hadicsellel, rajtaütéssel visszafoglalja a várat.

A csendesen lopakodó huszárok között néhány francia műszaki katona is volt. Társzekéren letakarva, titokzatos hadigépet vittek magukkal, amelynek a vár megvívásában döntő – valóban, kapudöntő – szerepet szántak.

A huszárok megbújtak a vár előterepén. Ezalatt néhány, török fogságot viselt, színes bugyogós magyar katona a vár kapuját őrző gyerekkel beszédbe elegyedett. A franciák – Vaubecourt alezredes „gépmester" vezetésével – hatalmas,

tölgyfából ácsolt, erősen megvasalt petárdát akasztottak a Fehérvári-kapu egyik szárnyára, és meggyújtották a zsinórt. A várparancsnokság megfoghatatlan könnyelműséggel a várkapu őrzését csupán egy gyerekre bízta. Ismerték az osztrák császárt, tudták, hogy nem szívesen kockáztatja katonái életét a magyar végvár ügyéért. Rosszul számítottak.

A törökök iszonyú dördülésre ébredtek. A Fehérvári-kapu egyik szárnya berepült a kapu mögötti térre, és a résen át huszárok vágtattak a várba. A török őrség ágyból ugorva, öltözetlenül rohant ki. A szűk utcákban, tereken iszonyú kézitusa kezdődött.

Amikor – a mai Textiltechnikum helyén álló – „Vérbástya" lőportornya égzengéshez hasonló dördüléssel a levegőbe repült, Ali basa, a vár parancsnoka is elesett. A lófarkos zászlók örökre lekerültek Győr városának tornyairól.

Ekkor a győri vár tornyának vasból kovácsolt kakasára és félhold alakú toronydíszére („a győri vaskakasra") egy huszár mászott fel, és trombitájába fújt. A régi legenda szerint Győr akkor lesz ismét magyar, ha a vaskakas megszólal. Most megszólalt. A török el is tűnt Győrből.

A harci zaj elültével *Böheim Hans Christoph* futártiszt nyeregbe szökkent, és Pálffy jelentésével vágtában indult a király rezidenciája, Prága felé, hogy megvigye II. Rudolfnak az örvendetes hírt.

Böheim a Győr–Prága közötti 500 kilométeres utat lóháton hat nap alatt tette meg. A hideg kora tavaszi időben, csatakos utakon nem lehetett könnyű vállalkozás. A nyakig sáros futártiszt a Hradzsin kapuján átnyargalva azonnal bebocsátást kapott a királyhoz.

A császár-király azonban nem engedte a futárt szóhoz jutni; közölte vele, hogy már mindenről értesült, és örül Győr visszafoglalásának. A Fehérvári-kapu bedöntéséről is tudott.

Az ámuló huszártiszt nem tudta, hogy mire vélje a hal-

lottakat. Rudolf környezetének egyik tisztje magyarázta meg, mi történt. A beszélgetést a király is végighallgatta.

Kiderült, hogy a vár megtámadásának előkészületei során titkos híradó vonalat hoztak létre. Huszárok építették ki fényvetítő tükrök használatával. A fénytávírót a mindenfajta szerkezet és titkos tudomány iránt érdeklődő – alkimista, asztrológus – Rudolfnak egy angol tudós ajánlotta fel. A tükröket mágnestű segítségével állították irányba, és a vár visszavételének éjjelén – ragyogó holdfényben – az előre megbeszélt jel végifutott az 500 kilométeres vonalon.

Így mondja el a történetet *Khevenhüller* a Habsburg-ház történetéről írott művében. (Annales Ferdinandei, Leipzig, 1716–1726. 12. kötet.)

A Szabadság-hegyen levő Akadémiai Csillagvizsgálóban a szerző kérésére utánanéztek. Valóban a vár elestekor holdtölte utáni napok voltak, amikor az erős holdfény a táviratozásra alkalmas lehetett.

A holdtávíróról többé nem hallunk hírt, elsüllyedt a zavaros századokban.

Most lépjünk vissza az időben még távolabbra, és tekintsünk körül a hadakozó, építkező, szoborfaragó és hőskölteményeket író, rabszolgatartó klasszikus görög világban.

Trója—Mükéné

Napjainkban a Peloponnészosz-félszigeten levő, narancsligetes, hegyes Mükéné, ahol az egyik hegycsúcson komor sziklaerdő romjai búslakodnak, Athénból gépkocsival néhány óra alatt megközelíthető. Schliemann ásója szabadította ki az idők folyamán rárakódott törmelékekből.

Ezer évekkel előbb, Trója várának megvívása idején itt

várta Agamemnón felesége Klütaimnésztra a távolból érkező híreket. Háromezer esztendeje ennek. Az Odüsszeia és az Iliász zengő verssorai mondják el az ostromot, a hajóutat, a küzdelmeket. Aiszkhülosz Agamemnónjában azonban ősi híradó rendszer létezéséről szóló elbeszélést is találunk.

Agamemnón családjával megbeszélte, hogy a vár elestekor tűzjeleket küld. Hegycsúcsról hegycsúcsra adják a jelet, amíg Trójából Mükénébe eljut.

A perzsa háborúk idején – i. e. 480-ban – a Szalamiszi-öböl partján levő sziklalejtőn állították fel Xerxész trónusát, hogy onnan nézze, miként semmisítik meg a messziről érkezett nehéz perzsa gályák a könnyű görög evezőshajókat. Győzelmét biztosra vette. Athént a görögök már kiürítették (Görögország fővárosa sokáig a Peloponnészoszon levő Nauplion volt). Az Athénben maradt néhány görög tudni szerette volna, mikor futnak be a perzsa gályák a Szalamiszi-öbölbe. Erről az aiginaiak úgy értesítették őket, hogy az öbölbe való bevonuláskor Aigina szigetén levő Aphaia-templom tetején nedves szénával tüzet gyújtottak. A felszálló füstöt Athénből meglátták. Aigina és Athén ekkor szövetségben volt.

1967 kora tavaszán utánajártam a históriának.

Az Aigina szigetén levő romos, de máig is legépebb ógörög templom hatalmas kőkockáin felmásztam a templom tetejére. Innen elragadóan szép kilátás nyílt a napfényben fürdő tengerre. Jól láttam a Szalamiszi-öbölt és Athént is. Athén Akropoliszának hófehér márványa és az öböl kopár sziklái egyaránt látszottak a messzeségben. Ha tehát a görög híradó katona – miért ne nevezhetném így – a templom tetején nedves szénát dobott a tűzre, a felszálló füstöt az athéniek biztosan láthatták.

Polübiosz, az ókor egyik legérdekesebb írója – i. e. a második században élt. 17 éves korában került Rómába, és élete egész folyamán történelemmel foglalkozott. Szemlélőként részt vett Karthágó ostromában. Történetírói működése azért is figyelemre méltó, mert mindazokat a helyeket, amelyekről írt, bejárta, Róma történetét is megírta. Hatalmas művében (Polyb. his. X. 11.) egy igen érdekes katonai híradó rendszer leírását találjuk. Ki találta fel, Polübiosz sem tudja pontosan.

Leírása szerint a távíróvonal jelzőállomásain – rendszerint a várfal mögött – emberek álltak fáklyákkal a kézben. A fáklyát tartó emberek vezényszóra egy vagy több fáklyát egyszerre emeltek fel. Jól begyakorolt személyzettel így gyorsan lehetett táviratokat adni, mert az előre megbeszélt jelek meghatározott híreket jelentettek.

A rómaiak hadjárataik során, a hevenyészett táboraikban is felállították a jelzőrendszert. A jeladás itt – bástyafal hiányában – cölöp vagy deszkakerítés mögül történt. Amikor i. u. 40-ben *Titus* légiói elfoglalták Jeruzsálemet, így érkezett a hír a római szenátushoz.

A hadifontosságú táviratok biztonságosabbá tételére *Sextus Julius Africanus* történetíró i. u. 220-ban leírta, hogy a távírón felvett szöveget vissza is kellett adni, hogy helyességét ellenőrizhessék. (Íme a „hibajavítás" első ízben való megjelenése.) Mivel azonban az adásvétel ideje így elnyúlt, ezért a későbbiekben csak fontos üzenet esetén, külön hívójelre – az ismétlést elrendelő jelre – kellett az üzenetet megismételni.

Európa kapujában – Bizáncban – a bástyatornyokon szintén tűzjelző állomások működtek. Tűzjelekkel hívták az őrséget, ha valahol gyanús mozgolódást észleltek.

A Bagdadtól a Pireneusi-félszigetig terjedő arab világban a fő híradó vonal Kordovába vezetett. Ezen parancsokat, jelentéseket közvetítettek.

A moszkvai birodalomban a határok őrzésére épült őrvárosok erődítményei, települései az őrdombok láncolata segítségével szintén jelzőtüzekkel érintkeztek. Ennek különösen a tatár veszedelem idején volt igen nagy jelentősége.

A brit szigetországban a római uralom területét a skótoktól erődítményvonal – limes – választotta el. A limes tömör falaiba ólomcsöveket építettek. Rajtuk keresztül viszonylag nagy távolságra lehetett beszélni. Ez a rendszer már egészen korszerűnek tűnik, hiszen a hajókon és az erődítményekben még ma is megtalálható a „hallócsőjárat".

A futárok, ha lassabban is, hosszabb, bonyolultabb szövegeket, leveleket biztonságosan vihettek. Dél-Amerikában az inkák hadi útjain gyalogfutárok loholtak az Andok égig érő hegyei között. A zsinórokból összecsomózott levéllel jól kiépített lépcsőkön, ösvényeken futottak. Dzsingisz kán és a többi nagy hódító jól szervezett futárpostát tartott fenn. Hírvívőik kitűnő lovakon száguldottak. Lovas postaszállítás még a múlt század második felében is működött Amerikában; a „póni expressz" lovasa bőrtarisznyában tömött levélköteggel vágtázott egyik óceántól a másikig.

A Távol-Keleten Kína a mongol veszély ellen épített kínai falon nemcsak futárpostát, hanem jelzőtűzrendszert is üzemben tartott még a múlt században.

Zászló és kard mint jelzőkészülék

A zászlójelzéseket már az ókori hadviselés ismerte, és alkalmazásuk még a második világháború idején is előfordult.

De nézzünk egy közelebbi és konkrét adatot. 1780-ban az angol admiralitáshoz egy *Kepenfeldt* nevű tiszt jelzőrendszer tervét nyújtotta be. Rendszerében különféle színű zászlók egyidejű felhúzását ajánlotta meghatározott jelkulcs alapján.

A kódkönyv lapjain az egymás alá rajzolt zászlók jelzik a közvetíthető üzenet szövegét. Ugyanis a szöveget minden oldalon más sorrendben lehet megtalálni. Az egyes oldalakon felül a kis zászló mutatta, melyik oldal jelzéseit kell olvasni. Ha például az admirális zászlóshajója fehér zászlót húzott fel, ez azt jelentette, hogy a fehér zászlóval jelzett lapon kell a kódkönyvet felütni. A kódkönyv „top secret", tehát legtitkosabb okmány, amely semmi körülmények között nem kerülhet az ellenség kezébe, katasztrófa esetén meg kellett semmisíteni. 1801-ben új kódot vezettek be, a zászlókat ugyancsak számokkal jelezték, de a számcsopor-

tok már szavakat alkottak. A rendszert első ízben *Nelson* admirális flottájában alkalmazták. Híressé vált a történelmi távirata, amelyet a trafalgári csata előtt adatott le: „England expects that every man this day will do his duty". (Anglia minden fiától elvárja, hogy ezen a napon teljesítse kötelességét.)

Hasonló értelmű jelzést akart leadni az osztrák–magyar hajóhad admirálisa, *Tegethoff* a lissai csata megkezdésekor 1866. július 20-án. Az üzenet szövege így alakult volna: „Muss der Sieg von Lissa werden" (a győzelemnek Lissánál kell bekövetkezni). De csak a „Muss" szót tudták leadni, amikor az osztrák–magyar hajóhad tüzérei tüzet nyitottak, és az ütközetben az olasz flottát döntően megverték.

1795-ben *Lord George Murray* javaslatára a londoni admiralitás épülete és Plymouth hadikikötője között távírót hoztak létre. Három, egymás fölött levő fekete lap elforgatásával továbbították a jelzéseket, s a kereten levő lapokkal hatvannégyféle jelet közvetíthettek. Egy jelzés London és a tengerpart között 30 perc alatt futott végig.

Az angolokéhoz hasonlított *A. N. Edelkrantz,* svéd feltaláló 1796-ban berendezett távírója, amelyet mint technikatörténeti emléket felújítottak.

A lovasságot harc közben egészen a porosz–francia háborúig kürtjelekkel irányították. *Zeppelin Ferdinand* – egykori lovastiszt, későbbi léghajóépítő – javaslatára vezették be a kardjelzést. Ezt az ellenség nem vette oly könnyen észre, mint a kürtjelzést.

A szemafor

Az első, országot átfogó, gyors, megbízható szemaforokkal üzemelő hírközlő rendszert Franciaországban építették ki. *Claude Chappe* és két testvére 1793-ban mutatták be rendszerüket a konventnek, és rövidesen rá Párizs és Lille között 225 kilométeres távolságon az első Chappe-távíró megkezdte működését. A távolságot egyetlen jelzés húsz közvetítő állomás segítségével két perc alatt tette meg. A készülék kidolgozásában részt vett *Breguet,* hírneves francia órás és műszerkészítő is. Az első kísérleteket Brûlonban végezték.

Persze a szemafortávíró sem teljesen új szerkezet. Már az ókorban felbukkant. *Flavius Vegetius Renatus* római katonai író i. e. 39-ben megjelent *Institutiones* (De re militari. III. 5.) című művében az őrtornyok, a „burgusok" tetején árbocrúdon elhelyezett, állítható keresztrúddal leadható jelzésekről írt. Megvalósították-e, bevált-e, nem tudjuk.

A Chappe-távíró magasba emelkedő árbocrúdból és rajta keresztben elhelyezett 3–5 méter hosszú szabályozó rudakból állott; utóbbiak végén két méter hosszú „szárnyak" mozoghattak. A szerkezet a szélnyomás hatásának csökkentésére rácsos kiképzést kapott. Feketére festették, hogy a háttérből jól kiemelkedjék. Nyugalmi állapotban a szárnyak a keresztrúdra hajoltak. A távírász az ellensúlyokkal jól kiegyensúlyozott rudazatot két fogantyúval állította. Az asztalán elhelyezett fémmodell pontosan úgy állt, mint a nagy rudazat. Az ellenállomást távcsővel figyelték. A készüléket kezdetben „tachygraph-nak" – „gyorsan írónak" nevezték, csak később *M. Miot* hadügyminiszter javaslatára nevezték „telegraph-nak" – távírónak. Ez a meghatározás napjainkig megmaradt.

1794-ben a távíró hadifontosságú eseményről adott hírt.

A franciák visszafoglalták az osztrákoktól Condé városát, és a kormány az északi hadseregnek – távíró útján – fejezte ki elismerését. A távirat leadása és végigfuttatása háromnegyed óráig tartott.

Az angolok Londonból a hadikikötők felé építették ki szemaforállomásaikat. A dombokat, a hegycsúcsokat, ahol a Chappe-távíró egykor működött, a mai napig „telegraph-hill"-nek, „távíródomb"-nak nevezik. Napóleon leverése után a legtöbb vonalat leszerelték, de amikor 1814-ben Napóleon százhapos uralma megkezdődött, újból sürgősen üzembe helyezték. Waterlòo után végleg megszüntették őket.

A napóleoni időkben, az osztrákok betörtek Bajorországba. Napóleon ebben az időpontban éppen Spanyolországban tartózkodott. A távíró megvitte neki a hírt, és a császár intézkedésére odarendelt csapatai négy nap múltán megütköztek az osztrák ármádiával.

A Chappe-távírót bevezették Dániában, Poroszországban, Angliában és Oroszországban is, és 1844-ben – amikor már villamos távírók is működtek – Algériában.

Érdekes, hogy Oroszországban az 1794–1795. években *Iván Petrovics Kulibin* (1735–1819) kitűnő mechanikus, modellező, automatakészítő, hídtervező mérnök, a Chappe-távíróhoz hasonló rendszert dolgozott ki. *I. Miklós cár* kormánya azonban 120 ezer rubeles költséggel inkább a franciákat bízta meg a távíróvonalak létrehozásával. 1839-ben még jól működött a Pétervár és Varsó közötti szemafor-távíró-vonal 149 közvetítő állomással.

Az osztrák és a porosz hadseregben 1834–35-ben hordozható Chappe-rendszerű távíróval kísérleteztek, de hamarosan abbahagyták, mert a közben feltűnt villamos távírók lényegesen egyszerűbb szerkezetek voltak, emellett lehetővé tették a titkos üzenetváltást.

Még a század közepén is Európa-szerte több nagy fontos-

ságú vonal működött. Így például 1850-ben a Berlin–Trier vonal, amely kizárólag a vezérkar rendelkezésére állt. A krími háború idején – amikor több szárazföldi és tenger alatti villamos távíróvonal is működött – a karjelzős távíró még mindig jó szolgálatot tett. A krími háborúban az orosz Malakov-toronyból karjelzős távíróval jelezték Szevasztopol elestét.

A Chappe-távíró működött az észak-amerikai polgárháborúban is, de szerepe jelentéktelen volt.

A Chappe-távíróvonalak tornyai még ma is jó néhány helyen megtalálhatók. A Földközi-tenger mentén, Itáliában, Dél-Franciaországban, Spanyolországban a tenger partján, a földnyelvek, a mólók, a magaslatok kiemelkedő pontjain ott állnak a zömök, felül csipkés mellvédű tornyok. A szemafor oszlopa régen eltűnt róluk, a legtöbbjüket lakják.

Az osztrák–magyar ármádia 1878-ban újjászervezte a tábori jelzőosztagokat. A kartávíró helyett a különféle alakú tárcsák rendszerét vezették be. A gyalogoshadosztályok törzsében szerveztek egy-egy tábori jelzőosztagot. A norvég hadseregben bevezetett Lündt-rendszerű felszerelést rendszeresítették. Fehér színű háromszögek és több színű sokszögű tárcsák szolgáltak a jelzések adására, amelyeket viszonylag nagy távolságról, távcső nélkül is le lehetett olvasni. Éjszaka az idomok sarkaira lámpákat akasztottak.

Később az osztrák–magyar hadseregben gyalogos és lovas jelzőosztagokat állítottak fel. Előbbieket a hadosztályok és hadtestek törzsei közötti kapcsolatra, utóbbiakat az előrenyomuló seregtovasságnál alkalmazták. A jelzőállomások két lovastisztből, nyolc altisztből és 12 katonából állottak. A felszerelést nyolc málhás állat szállította. A személyi állomány kiképzésére a Lajta melletti Bruckban távíróiskolát létesítettek. A résztvevőket a négyhetes kiképzés során a távjelző és leolvasó szolgálaton kívül a rejtjelzésből is kiképezték.

Táviratozás fénysugárral

Napjaink egyik legjelentősebb technikai szenzációja a lézersugár. Perspektívában a mesterséges holdakkal való hírközlés eszköze lehet. Kissé vulgarizálva: táviratozás fénysugárral. De hiszen fénysugárral már a régiek is tudtak táviratozni, gondoljunk csak a magyar huszárok holdtávírójára Győr és Prága között.

A két nagy ugrás között kíséreljük meg a rendszerezést.

A múlt század második felében és századunk elején a heliotropot a lovasságnál alkalmazták. Az idők folyamán sokféleképpen módosították. Korszerűsített alakban az első világháború idején a hegyi harcokban használták őket. Előnye, hogy áramforrásra, gázra stb. nincs szüksége, hátránya, hogy csak napfényben működött.

Az első világháború során gázizzófénnyel működő jelzőkészülékeket is használtak. Az acetilén és az oxigén elegyének lángjában izzó mészdarab vakító fényt áraszt. A készülékben a lámpa állandóan világított. Jelzés leadásakor a fényforrás előtt jól záró fémzsalu nyílt, illetve csukódott. A későbbi villamos jelzőkészülékekben a vetítőtükör gyújtópontjában felvillanó izzólámpa adott fényjelzést. A lámpára szerelt távcsővel olvasták a szemközti állomás adását. Ezt az egyszerű szerkezetet még a második világháború során is felhasználták, elsősorban hadihajókon. Előnye a viszonylag nagyfokú „titoktartás". A felderítő repülők és a sárkányballonok megfigyelői is alkalmazták.

A fénytelefon teljesen korszerű optikai híradó eszköz. Alapelvét *Alexander Graham Bell* – a telefon ismert feltalálója – dolgozta ki.

A VILLAMOSSÁG ŐSKORA

Bodzabél és leideni palack

Az elektromosság és a mágnesség jelenségeit már az ókori görögök ismerték, az e téren szerzett tudás azonban a középkor idején feledésbe ment. *Karl Friedrich Gauss, Otto von Guericke,* majd a XVIII. században *Dufay és Benjamin Franklin* nevei – hogy csak a legismertebbeket említsük – jelzik a villamosság megismerésének útját. Az elterjedés legszámottevőbb mérföldköve az elektronoknak, tulajdonságaiknak, áramlásuknak felfedezése.

A XVIII. század második felének kísérletezői észlelték első ízben, hogy az elektromosság huzal segítségével az egyik helyről a másikra elvezethető, és ez a tulajdonsága táviratozás céljaira alkalmassá teszi. 1774-ben *Le Sage* genfi fizikus 24 vezetéken át olyképpen akart táviratozni, hogy a vezetékeken át villamos szikrát küldött a vevőállomásra. Hasonló távíróberendezés létrehozásán fáradozott egy madridi feltaláló, *Salva,* 1798-ban.

Ronald huszonhét éves francia feltaláló a villamossággal foglalkozva, tudni szerette volna, milyen gyorsan terjed az elektromosság a vezetékben, és egyáltalán milyen messzire

lehet elvezetni. Evégből két fakeretet készített, és az egymástól hét méterre elhelyezett keretek között úgy feszített ki egy drótszálat, hogy az összesen 15 kilométer hosszú vezetéket alkotott. A drót egyik végét földbe szúrt ásó közelében helyezte el, a másikhoz feltöltött leideni palack gömbjét közelítette. A drótvég és az ásó között azonnal szikra pattant, mutatva, hogy a 15 kilométeres utat a villamosság igen rövid idő alatt tette meg.

Ezután üvegcsőbe helyezett csupasz drótot ásott a földbe és 200 méteres távolságon hasonló jelenséget tapasztalt; a villamosság vezethető és terjedése rendkívül gyors.

Ronald az addig szerzett tapasztalatok alapján távíró elkészítését tervezte. 1823-ban könyve jelent meg Londonban „Description of an electrical telegraph and of some other electrical apparatus" címmel. (Egy villamos távíró és más villamos készülékek leírása.) A ma már nagyon nehezen hozzáférhető ritka könyvből néhány ábrát bemutatunk.

A Ronald-féle távírókészülék mindkét állomásán finom óraművel meghajtott korongok, azonos fordulatszámmal – szinkronban – forogtak. A korongok peremén az ábécé betűi sorakoztak. Mindegyik korong betűcsíkja előtt bodzabél golyópár függött. Ha leideni palack segítségével a golyókkal villamosságot közöltek, szétnyíltak, ha földelt vezetékhez értek, összeestek. Amikor az adókészülék korongján egy betű áthaladásakor szikrát ütöttek, a vevő betűkorongján ugyanazon betű előtt esett össze a golyópár.

A táviratozás olyképpen történt, hogy a vezetéket megfelelő pillanatban földelték. Ekkor a golyók a forgó korongnak az előtt a betűje előtt estek össze, amelyet a feladóállomás jelzett.

A Ronald-távírót feltalálója csak kis távolságon próbálta ki. Kétségkívül lehetett volna fejleszteni már csak annak az óriási előnynek kihasználása érdekében is, hogy csupán egy vezetékre volt szüksége. Ronald az angol admiralitás-

hoz benyújtott memorandumában távíróját azzal ajánlotta, hogy a haditengerészeti vezérkar és a hadikikötők közötti gyors összeköttetés biztosítására alkalmazzák.

A feltaláló hamarább kapott választ, mint remélte. „A találmányra semmi szükség" – közölték röviden és velősen. A válasz Ronald kedvét annyira elvette, hogy többé nem foglalkozott a távíróval, és kutatókedvét meteorológiai vizsgálatokban élte ki.

Távíróra azonban egyre égetőbb szükség volt, hiszen a városi élet kiterjedése, a gazdasági, a politikai és a katonai hírközlés mind nagyobb és nagyobb követelményeket támasztott. A „régi jó idők" hírközlése kétségbeejtően lassúnak bizonyult. Példaként említjük, hogy 14 nap kellett ahhoz, hogy *Nagy Frigyes* halálának híre Potsdamból Karlsbadba – Goethéhez – eljusson. A berliniek 1814-ben pedig csak kilenc nappal utóbb értesültek Napóleon párizsi bevonulásáról.

Az idő sürgetett.

Kémiai távíró

A nehézkesen előállítható statikus elektromosság nem hozott előrelépést a táviratozás terén. A XVIII. század végén felfedezett galvánáram alkalmasabbnak tűnt a hírközlésre. A technikatörténeti könyvek megemlítik egy feltaláló nevét, aki „elektrokémiai távíró"-t szerkesztett, de inkább csak saját laboratóriuma, mint a gyakorlati élet számára.

A múlt század elején a politikai, a kereskedelemi és nem utolsósorban a katonai élet zajlása egyre inkább megkívánta a gyors hírközlést. Ebben az időben bízta meg a Bajor Királyi Akadémia *T. S. Sömmerring* fiziológust, szerkesz-

szen villamos árammal működő távíróberendezést. Sömmerring 1809 nyarán, rövid idő alatt összeállította készülékét, és bemutatta az akadémiának.

Kémiai távírója 35 vezetékkel működött. Az üvegcsövekben, savanyú folyadékban elhelyezett aranyelektródokról felszálló buborékok jelezték, hogy melyik cső kapott áramot. A csöveket betűkkel jelölték meg, s a keletkező gázbuborékok biztosan mutatták, melyik jelzést kell leolvasni. A készüléket Volta-féle oszlop tartotta üzemben.

A feltaláló „hívójelről" is gondoskodott. Az egyik cső végét fémgolyóval zárta le. Ha a csőben gáz fejlődött, a golyó a gáznyomás hatására egy ébresztőóra kioldószerkezetét hozta működésbe, az óra csörögni kezdett, és a távírász „felébredt".

A készüléket később 27 vezetékesre alakította át, és négy kilométeres távolságon valóban táviratoztak vele. Nagyobb távolságon a sok vezeték a felszerelést rendkívül költségessé tette volna. A rendszer 1812-ben érte el fejlődésének legmagasabb fokát, amikor gumitejjel szigetelt vezetékeken át huzamosabb időn át sikeresen táviratoztak a négy kilométeres hosszúságú vonalon. Sömmerring ekkor együtt dolgozott *Sillinggel*; nevével még később találkozunk.

Sömmerring szeretett volna találmányával pénzt szerezni, ezért több készüléket állított össze, és Párizsban, Bécsben, Genfben, valamint Pétervárott bemutatta őket. Pár év múltán mindegyiket visszakapta azzal, hogy nem használható. Napóleon állítólag azt mondta rá: „Íme, egy német ötlet". Bár Sömmerring távírója is „filozófiai játék"-nak bizonyult, mégis bebizonyította, hogy galvánárammal lehet távírót működtetni.

A MÁGNESTŰ KILENDÜL

A mágnestű-távírót a már említett német matematikus és csillagász, *Karl Friedrich Gauss* (1777–1855), a göttingai csillagda igazgatója *Wilhelm Weber* fiatal fizikus társaságában kísérelte meg első ízben a gyakorlat számára megoldani.

A szerkezetet a gyakorlatban 1833-ban próbálták ki. Az egyetemi obszervatórium és a fizikai intézet között 2,2 kilométer hosszú vezetéket fektettek. Úgy állapodtak meg, hogy az áramlökésre kilengő tű lengésszáma és iránya határozza meg a kiválasztott betűt. Egy kitérés jobbra *i* betűt, kettő jobbra *a* betűt jelez; egyszer balra *l* betűt kell olvasni stb. Minthogy a súlyos „tű" csak roppant nehézkesen lendült ki, az elmozdulást tükörrel figyelték meg.

Az első távirat az 1833. év húsvétját megelőző napon futott végig a dróton.

„Michelmann jöjjön" (Michelmann Weber pedellusa volt).

A rövid üzenethez a vasrúdnak 43 kilengést kellett végeznie, az „adás" két percig tartott.

Gausst a további években elméleti kutatásai teljesen lekötötték, és a táviratozás kérdésével tovább nem foglalkozott; Webernek politikai okból Göttingából távoznia kel-

lett. Gauss ekkor felkérte *Karl A. Steinheil* bajor fizikust, foglalkozzék tovább a készülékkel. Steinheil megfogadta a tanácsot, készüléket állított össze, amelynek két hatalmas acélmágnese az áram hatására elmozdulva, a hozzá csatlakozó írókészülékkel papírszalagra jeleket húzott. Ez hatalmas előrelépés volt. 1838-ban Steinheil közzétette készüléke leírását; három vonalat épített Münchenben a laboratóriumától a lakására – 900 m hosszon –, majd az akadémiára 100 méter távolságra és a csillagászati obszervatóriumba. Utóbbinak hossza 5 kilométer volt. A vezetékek kettős vörösréz huzalból készültek, oszlopokra feszítették őket, a nézők élénk vitájától és megjegyzéseitől kísérve. A laboratóriumban egyszerű kapcsoló szolgált az egyik vagy a másik „vonal" üzembehelyezésére.

A csillagászati és a matematikai kutatásaiba mélyen elmerült Gauss már meg is feledkezett a távíróról, amikor (1835-ben) a Drezda és Lipcse között kiépített új vasútvonal műszaki vezetősége felkérte, létesítsen távíróvonalat a vasútállomások között, mert a vonatok indítása, fogadása távíró nélkül roppant nehézkes és veszélyes. Gauss ismét Steinheilt kérte fel, fejlessze ki a távírót a vasút használatára. Azt is ajánlotta, hogy kísérelje meg a vasúti síneket oda- és visszvezetékként felhasználni. Minthogy a két sín fémes összeköttetésben van egymással, a kísérlet nem sikerülhetett. Amikor később Steinheil a bajor kormánytól a Nürnberg–Fürth vasútvonal távírójának kiépítésére kapott megbízást, az egyik sínszálat visszvezetékként már felhasználta a távíróáram visszavezetésére.

Érdekes – nem tudni miért –, hogy a München–Augsburg vonal villamos távírójának felszerelését mégsem bízták Steinheilra, drágának találták. Talán az elutasítás volt az oka, hogy Steinheil többé nem foglalkozott a távíróval.

Magyarországon az ún. Bain-féle tűtávírót használták. Az első távíróhivatalt Pozsonyban 1847. december 26-án nyi-

tották meg. Az Osztrák–Magyar Monarchiában Bécs és Brünn között létesült az első vonal. Amikor a Bécs–Marchegg vonal elkészült, azt fejlesztették ki Budapest felé.

A Monarchia távíróhálózatának gyors ütemű fejlesztését egy 1849-ben kelt császári rendelet indította meg. Pestet 1850. október 1-én érte el a távíróvonal.

A távíróoszlopokra feszített huzalok a Rimamurány–Salgótarjáni Vasműben készültek, a porcelán szigetelőket a Zsolnai-gyár gyártotta Pécsett, a távírógépek gyártására pedig műhelyeket rendeztek be. A kisipari módon, túlnyomóan kézi munkával készült gépekre jellemző, hogy jó néhány közülük napjainkban, több mint száz esztendő múltán, kifogástalan állapotban van és jól működik.

A Monarchiában, így Magyarországon is a távíró hamarosan állami monopóliummá lett.

Pavel Lvovics Silling (1786—1837)

A világ egyik legnagyobb technikatörténeti gyűjteményében, a South Kensington-i Science Museumban a híradástechnikai osztályon érdekes készülékmásolat található. A leningrádi Popovról elnevezett Híradástechnikai Múzeumban őrzött Silling-féle távíró pontos másolata – „fakszimiléje". A készülék alkotója, *Pavel Lvovics Silling*, a múlt század első felének egyik legérdekesebb egyénisége. Gondolatai, tervei a kort messze megelőzték. Életét, tevékenységét a magyar technikatörténeti irodalom mégis meglehetősen szűkszavúan intézi el, ezért elmondunk róla egyetmást.

P. L. Silling Revalban (ma: Tallinn) 1786. április 16-án született. Katonacsaládból származott. Őt is katonának

szánták. Nem maradt azonban sokáig a hadseregben. 1803-ban külügyi szolgálatba lépett, de a francia háború idején – 1812-ben – ismét a hadseregben találjuk. 1814-ben belügyminisztériumi szolgálatot vállalt. Ezt annál is szívesebben tette, mert foglalkozása gyakori utazással járt. Az idő tájt több tudományos expedíciót küldtek Szibériába, ő szervezte meg 1830–1831-ben azt az expedíciót, amelyik egészen a kínai határig nyomult előre. 1827-ben a Tudományos Akadémia levelező tagjai sorába választotta.

Az elektromosság kutatása ebben az időben már világszerte gyors ütemben folyt, és Silling a bőven rendelkezésére álló szabad idejében sokat kísérletezett. A tengeri és a várvédő aknák gyújtásának problémái során vetődött fel benne a gondolat, hogy aknák robbantására a villamos áramot használja fel. Akkoriban az orosz hadseregben a gyújtásra a francia rendszerű „szoszisz ka" – virsli – elnevezésű lőporos gyújtóvezeték szolgált. A szoszisz ka vastag, lőporral töltött, csőszerűen kiképzett, vízhatlan anyaggal átitatott szövethurka volt. Meggyújtva, másodpercenként 2–4 méter sebességgel égett, telepítése, szerelése azonban roppant nehézkes volt, több akna együttes robbantása pedig a legritkább esetben sikerült. Ezért tűnt az elektromos gyújtás pontosabbnak, nem utolsósorban egyszerűbbnek és biztonságosabbnak.

Silling a robbanótöltetbe két kihegyezett szénelektródot helyezett, s a vezetékbe a dörzselektromosság elvén működő, ún. „elektromozógép" segítségével nagyfeszültséget kapcsolt. Az elektródok között átugró szikra a lőport meggyújtotta. A statikus elektromozó szerkezetek nehézkessége miatt később Silling energiaforrásként Volta-oszlopot ajánlott, ezzel a robbanást biztonságosabbá tette. Gyújtóvezetékként kettős, pamutszigetelésű, kátrányba itatott drótot használt. A Volta-oszlopban 100 cink–réz lemezpárt helyezett, ezzel 500 méter távolságra hatásos áramlökést adha-

tott. A huzalok szigetelésének javítására a gumit ajánlotta. A gumiszigetelésű vezetékkel 1837-ben, 10 kilométeres távolságra robbantottak.

Silling az első robbantási kísérleteit 1812-ben végezte. Ezek során Sömmerring nevével találkozunk, aki naplójában elmondja, hogy 1812. október 7. és 18. között (a pravoszláv naptár szerint) a Néva folyón aknákat robbantott. A kísérletet Volcogen generális is megszemlélte, és legnagyobb megelégedését fejezte ki.

A Silling-féle robbantási rendszert 1828-ban az orosz–török háborúban ki is próbálták. *F. P. Fonton:* „Emlékek. Humoros, politikai és háborús levelek a Dunai Hadsereg főhadiszállásáról az 1828–1829-es évekből" című, Lipcsében 1828-ban megjelent könyvében Silling szereplését így mondja el.

„Az ostrom műveletét Silling vezeti. Milyen gazdag és bőséges fantáziájú ember! Mindent tud. Tudja például, hogyan lehet levegőbe röpíteni bármit, amit csak akar." (Ford. Demetrovits Szilárd.)

Silling 1832–1837-ig folytatta a robbantástechnika tökéletesítésére irányuló kísérleteit. I. Miklós cár is végignézte őket, de egy alkalommal a szilánkok a cári család közelében estek le. Ekkor a cár megtiltotta, hogy az ilyen kísérleteknél az uralkodó család tagjai jelen legyenek. A Silling-féle villamos-gyújtást a cári utászcsapatoknál bevezették és rendszeresítették. Silling kísérleteivel Jakobi is foglalkozott. Róla a továbbiakban még sok szó esik.

Silling vezette be Oroszországban a litográfiai úton történő sokszorosítási technikát is, de nevét elsősorban nem a robbantástechnika és nyomdaipar, hanem a távírótechnika története őrizte meg.

Jó barátságot tartott fenn kora ismert tudósaival, ismerte Sömmerringet is. Jól látta a sokhuzalos távíró hátrányait,

és barkácsoló szobájában összeállította távíróját, amely szellemesen egyszerű és használható szerkezetnek bizonyult.

A készülék áramforrása galvántelep volt. Egy sokszorozó tekercs – a multiplikátor – asztatikus tűje szolgált a jelzések vételére. Az asztatikus tű lényege, hogy két mágnestűt úgy rögzítenek egymás fölött, hogy az egyiknek az északi végét a másik déli végével mereven összekötik. A tűpár nem áll be az észak-déli irányba, de a legcsekélyebb mágneses hatásra is alapállásából elmozdul. A tűpár tengelyén 15 mm-es átmérőjű korongot helyeztek el, egyik fele sötét, a másik világos színre festve. Árammentes állapotban a korong élével fordult a készülék kezelője felé. Ha a multiplikátor áramot kapott, a korong sötét vagy világos felével fordult a távírász felé.

Az adókészüléken nyolc fehér és ugyanannyi fekete billentyűt nyolc csoportban helyeztek el; egy-egy csoportban két billentyűvel.

Az első hat csoportból hat vezeték halad a vevő multiplikátorába, a hetedik csoport billentyűi a vevő jelzőcsengőjéhez kapcsolódnak; a nyolcadik vezeték a közös visszavezetésre szolgál. A telep sarkait a billentyűzettel rézszalagok kötik össze, és a klaviatúra alatt foglalnak helyet.

Ha a hat első billentyű közül bármelyiket és a nyolcadik billentyűt egyidejűleg lenyomják, a vevő megfelelő multiplikátorában áram folyik keresztül, és a tárcsa – az áram irányától függően – egyik vagy másik oldalával előrefelé fordul. A tárcsák helyzetéből alkotott kombinációval számok és betűk fejezhetők ki. Silling 1828-tól foglalkozott behatóan a távíróval, és munkáját a kelet-szibériai expedícióig 1830-ig folytatta. Az első nyilvános bemutatót 1832-ben Pétervárott tartotta.

Silling távírórendszerének tanulmányozására Miklós cár bizottságot nevezett ki, amely a munkát inkább gátolta, mintsem segítette. A Kronstadt és Szentpétervár között a

tengerben lefektetett huzal olyan jól működött, hogy a Moszkva felé vezető vonal építésének előkészületeit is megkezdték. Silling légvezetéket ajánlott, mert az sokkal könnyebben javítható, azonkívül a föld alatti rágcsálók sem tehetnek kárt benne. A bizottság, melynek elnöke *Menysikov* herceg volt, akadékoskodott. Az egyik vitán – Jakobi is jelen volt – a bizottság egy tagja így nyilatkozott:

„... az ön javaslata a légvezetékre – kedves barátom – esztelenség és nevetséges ..."

Silling a Moszkva–Szentpétervár között építendő vasútvonal mellett haladó szolgálati távíróra is légvezetéket ajánlott, de a bizottság ajánlatára továbbra is a föld alatti vezetékkel kísérleteztek. A föld alatti vezetéknek – Silling véleményétől eltérően – igen sok előnye mutatkozott. A szigorú orosz télben a légvezetéket sok sérülés érhette, nem szólva a szabotázs lehetőségéről. Mindent összevetve azonban a kábeltechnika abban az időben annyira fejletlen volt, hogy a légvezeték biztonságosabbnak ígérkezett.

1835-ben Silling Bonnba, a természetvizsgálók közgyűlésére utazott, és ott bemutatta távíróját. *Muncke* német professzor Silling rajzait, készülékeit elmagyarázta az egyetemi hallgatóknak is. A készüléket az angol *Fothergill Cooke* is látta, aki Angliában *Charles Wheatstone* társaságában ugyancsak távírószerkesztéssel foglalkozott. Ezt könyvünk más részében mondjuk el.

Silling egytűs távírót és táviratozási rendszert dolgozott ki, ennek már hívócsengője is volt. A hívó jelzésre a galvanométer tűje kilendülve, csengőt ütött meg. Az egytűs távírójának egyetlen hiteles példánya a leningrádi múzeumban látható.

Silling önzetlen tudós voltát igazolja, hogy Sömmerringet támogatta. Ő vitte el Sömmerring távíróját Bécsbe és Pétervárra; I. Ferenc császárnak is ő mutatta be. Silling 1837-ben halt meg.

A tizenhat billentyűs Silling-távírót 1881-ben a párizsi világkiállításon mutatták be mint technikatörténeti érdekességet.

Mai szemmel nézve, Silling távíróját különlegességként kell értékelnünk, amely nem betűt, hanem villamos alapjeleket továbbított, és ezek kombinációja adta meg a kívánt betűt. Szinte a régi görög fénytávíróra emlékeztetett, amelyben a fáklyák elhelyezésének kombinációja szolgált a betűk jelzésére.

Halála után sokáig nem beszéltek róla. Születésének százéves évfordulóján egy szovjet postai szaklapban *Szilvinszkij* emlékbeszédének közlésével indult meg munkásságának felelevenítése. Az Orosz Technikai Társulat rendezésében bemutatták készülékeit, felkutatták írásait, rajzait, könyvet adtak ki róla.

1837. augusztus 6-én a pétervári Szmolenszkij-temetőben temették el, síremlékét napjainkban is kegyelettel gondozzák.

A cár fizikusa

Silling halála után *Borisz Szemjonovics Jakobi* (1801–1874) folytatta a villamos távíró kifejlesztését. Látta a Sömmerring- és a Silling-féle rendszerek nehézségeit, ezért kétvezetékes távíró létrehozásán fáradozott.

Potsdamban született, már fiatal éveiben Oroszországba költözött, nevét oroszosította, és mindig hangoztatta második hazájához való tartozását.

Előbb a berlini, majd a heidelbergi egyetemen tanult. Érdeklődését az alkalmazott mechanika kötötte le, sokat foglalkozott a szélmotorok szerkesztésével, a vízikerekek el-

méletével és a gőzgépekkel. Az elektromosság jelenségeinek megismerése után villamos erőgépet, villamos motort akart szerkeszteni. Az akkori kis teljesítményű áramforrások – a Volta-oszlop, a galvánelemek – megléténél ez még ugyan korai törekvésnek látszott, de előreláthető volt, hogy a mechanikai munkának elektromossággá való alakítása után a villamos motorokra is szükség lesz. Az akkori – a gőzgépekre emlékeztető dugattyús, vasmagos – motorok igen rossz hatásfokkal működtek. „Az elektromagnetizmus alkalmazása a gépek meghajtására" című tanulmányában fejtette ki elképzeléseit. Poroszországi tartózkodása során küldte meg ezt a tanulmányát a Párizsi Tudományos Akadémiának 1834-ben. Meg is jelent a „L'Institut Journal general des sociétés et travaux scientifiques" című kiadványban. (Párizs, 1834. 2. köt. 394–395. old.)

Közben ne feledkezzünk meg arról, hogy az egész világon elsőként magyar ember, *Jedlik Ányos* mondta ki az elektromágneses forgás elvét 1829-ben; „áramváltós forgonya" vagyis elektromotorja 1830-ban már működött.

A berlini „Nachrichten von Staats- und gelehrten Sachen" 181. számában és a Pétervárott megjelenő német nyelvű „Petersburger Zeitung"-ban, 1835-ben ugyancsak megjelent a Jakobi már említett tanulmányáról szóló híradás.

Jakobit hamarosan a dorpati egyetemen az építészet magántanárává nevezték ki. Itt ismerkedett meg *Struve* csillagásszal és Sillinggel; utóbbi az orosz felsőbb hatóságok felé vezető útját egyengette. Az egyetem felügyelő bizottságába is kinevezték. Foglalkozni kezdett a galvanoplasztikával, az aknák villamos robbantásával és a távíróval. A nemzetközi mértékügyi konferenciák munkájában is részt vett.

A távíró- és aknakísérletek során az addig használt Volta-oszlopok helyett galvántelepeket alkalmazott, kezdetben platina- és cinkelektródokkal. (Akkoriban a cári Oroszor-

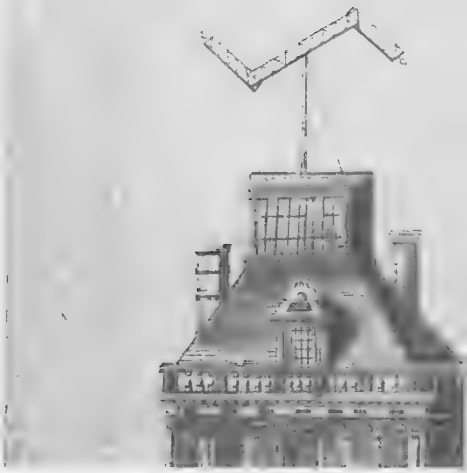
ságban a platinát még nem tartották nemesfémnek. Egy parasztot például azért végeztek ki, mert az ezüst rubelt platinából „hamisította".) Később mégis az olcsóbb réz–cink elemeket vezette be.

1839-ben Jakobi új távírót mutatott be. A távoli adóállomásról érkező gyenge elektromos jel hatására egy erős helyi telep kapcsolódott a hálózatba. A jeleket relé tette érthetővé. Az első ilyen vonal a Téli Palota és a vezérkar épülete között épült meg, később Carszkoje Szelóig meghosszabbították. Ezen a mintegy harminc kilométeres távolságon Jakobi sokat kísérletezett; próbálkozott a biológiai távíróval is, de hamarosan abbahagyta.

Jakobi a távíróvezetékeken jelentkező jeltorzulások okait kutatva – nagyon helyesen – megállapította, hogy a föld alatti vezetékeken rézből készült földelő rendszer voltaképpen sűrítőt alkot, amelynek kisülése vételzavarokat okoz.

1853-ban a Siemens–Halske-cég betört az orosz piacra, és ekkor Jakobi távírórendszerét is félretették. A Pétervár és Kronstadt között még meglevő szemafortávírót leszerelték, és Siemens–Halske-féle mutatólapos távírót alkalmaztak helyette.

A Jakobi-rendszer mellőzésének elsősorban az lehetett az oka, hogy a Siemens-cég nagy apparátussal, nagy műhelyekkel, egyszóval a jól szervezett gyáripar lehetőségeivel vonult fel. Erre a fenyegető krími háború miatt égető szükség volt, és már nem volt idő a kísérletezésre, a nagyüzemnek a tudósok laboratóriumából való kifejlesztésére. A tőkeerős Siemens–Halske-cég nagy távolságokat átfogó vonalakat tudott gyorsan építeni, emellett a cárnak a Jakobival szembeni rokonszenve feltétlenül háttérbe szorult.



Chappe-féle szemafortávíró egykorú képe és ábécéjének egy részlete

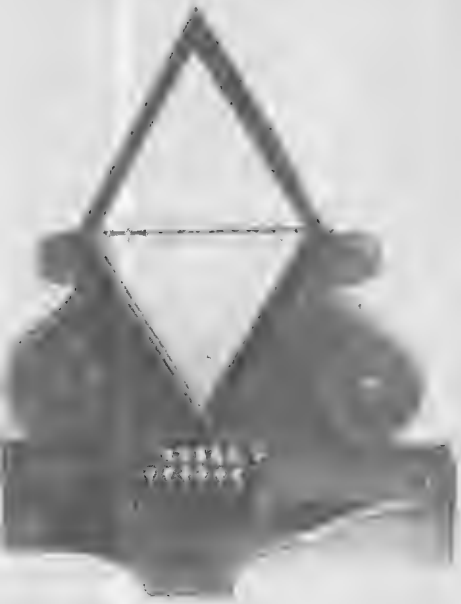
Edelkrantz-rendszerű optikai távíró modellje 1794-ből. (Stockholmi hadimúzeum)

Osztrák–magyar fénytávíró üzem közben az olasz harctéren az első világháború idején. (Az Országos Hadtörténeti Múzeum Fotoarchívumából)

Ronald kísérlete az elektromosság vezetésére.
(1823-ban megjelent könyvéből)

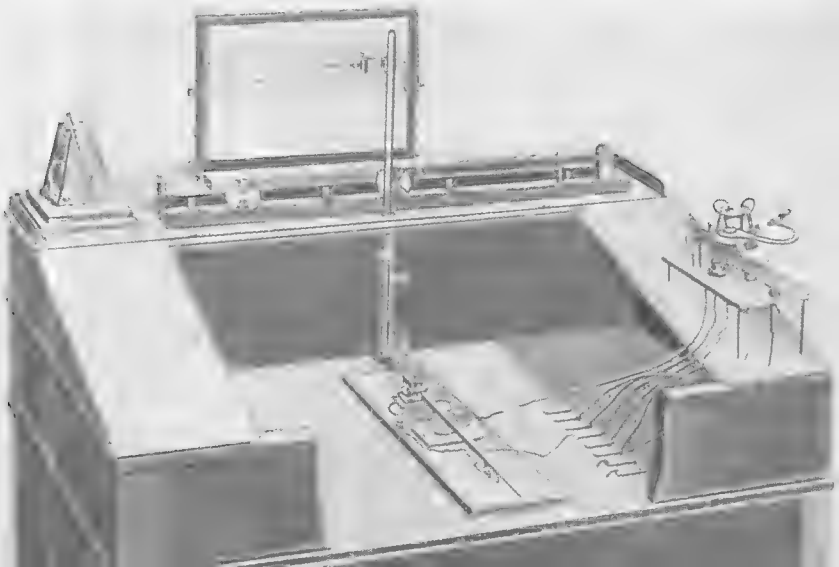
Silling tűtávírójának jelzőkészüléke (Eredeti példánya a leningrádi Híradástechnikai Múzeumban van. Képünk a South Kensington-i technikai múzeumban található másolatról készült.)

Silling módosított egytűs távírója. (A leningrádi múzeumban levő eredetiről készült másolat South Kensingtonban)



Cooke és Wheatstone öttűs távírója 1837-ből. (Postamúzeum, Berlin, Német Demokratikus Köztársaság)

Jakobi távírója. (Kiállítási modell)



Cooke és Wheatstone

Angliában a tűtávíró elsősorban a vasútüzemben terjedt el nagymértékben, olyannyira, hogy még a huszadik században is több állomáson működött ilyen készülék. Kialakítása *William Cooke* és *Charles Wheatstone* nevéhez fűződik. Cooke és Wheatstone is érdekes egyéniség volt.

Cooke indiai katonai szolgálatból hazatérve, anatómiai viaszmodellek készítésével foglalkozott, amikor az egyetemen megismerte Silling távíróját. A villamos távírózás gondolata nagyon megtetszett neki, és Wheatstone-nal közös találmányként dolgozták ki távírójukat, amelyre 1837-ben szabadalmat kaptak. Wheatstone nevét – a Wheatstone-hídról – mindenki ismeri, aki fizikát tanult. Cooke kitűnő üzletember volt, együttműködtek, de az elsőbbség körül állandóan civakodtak. Az első távíróvonalat 1837 őszén Eustontől Camden Townig építették ki. Hosszú gerendákba hornyot faragtak, bekátrányozták és ebbe fektették a rézdrótot, majd az egészet elásták.

A Wheatstone–Cooke-féle távíró jelzéseinek olvasása elég körülményes volt, mert a tű kétirányú lengését kellett figyelni. Az öt mágnestűs telegráf olvasása már könnyebben ment, de a készülék igen drága és kényes volt.

A „krimik" kedvelőinek az őstávíró történetéből közölhetünk egy érdekes esetet. Slough-ban 1845-ben egy asszonyt meggyilkoltak. A gyanúsított férfit többen látták a vonatra felszállni. Személyleírását a vasúti távírón leadták, ennek alapján a londoni állomáson felismerték. Követték, majd szállodájában letartóztatták. Az újságok a pert óriási szenzációként tárgyalták, amelyben két csodálatos találmány – a vasút és a távíró – főszerepet játszott, s érzékelni engedte az eljövő század bűnüldözési technikáját.

1847. október 11-én Berlinben egy, azóta világhírnévre szert tett vállalat alakult meg, a Siemens–Halske-cég. Elsősorban villamos távírók gyártására rendezkedett be. Alapítója, *Werner von Siemens* (1816–1892) egykori tüzértiszt, a hadseregtől megválva elektrotechnikai készülékek szerkesztésével foglalkozott. *Halske* mechanikus volt. Ő dolgozta ki Siemens találmányait.

Siemens idejében a tűtávírók mellett már a mutatólapos távírót is használták, elsősorban vasútnál. Kezelése egyszerű volt, a vele való bánást bárki könnyen megtanulhatta.

A távíróvonal két állomásán leereszkedő súly vagy rugómotor fogaskereket hajtott. A kerék fogaiba a horgony szára kapaszkodhatott, a horgonyt elektromágnes billentette meg. Egyetlen áramlökés – impulzus – hatására a horgony egyet billent, és a kerék egy fogosztásnyit elfordult. Ahány impulzus következett, annyi foggal fordult a kerék tovább. A gátkeréknek nevezett fogaskerék tengelyén levő mutató betűk előtt mozgott. Az adó- és a vevőállomáson levő mutató szinkronban mozgott, tehát mindkét állomás mutatója ugyanarra a betűre mutatott.

Bár a mutatólapos telegráf kezelése egyszerű volt, mégis a szerkezet bonyolultsága és nagy súlya miatt katonai alkalmazására nem került sor. Oroszországban a vasútvonalakon mindenütt rendszeresítették.

Érdekes történelmi adatok szerint 1847-ben a porosz kormány közel 500 kilométeres föld alatti kábelvezetékre épülő távírórendszer létrehozását határozta el. A kábelfektetést jórészt végre is hajtották, de a jelentkező műszaki nehézségek miatt abbahagyták. A föld alatti távíróvezeték megépítésére a porosz hadügyi kormányzatot a század közepe táján Európa-szerte jelentkező nyugtalanságok –

amelyek 1848 forradalmaihoz vezettek – sarkallták. Az események az uralkodó osztályokat kiszolgáló kormányokat a megfelelő ellenrendszabályok megtételére késztették. Közéjük tartozott a megbízható és gyors híradó rendszer kiépítése is. Minthogy a légvezeték könnyen megszakítható, föld alatti, nehezebben rombolható kábeleket akartak lefektetni. „Politikai-katonai távíróvonalak" tervei feküdtek a vezérkarok asztalán. Úgy gondolták, hogy ha a katonai távíróhálózat a polgárihoz is csatlakozik, ellenséges cselekedetek esetén is működhet. Ezt a meglehetősen naiv elképzelést akarták kivitelezni. A terveket *Chauvin* porosz mérnöktábornok dolgozta ki. A nem megfelelően vezetett és szigetelt kábeleket azonban a talajvíz és a rágcsálók tönkretették, ezért a föld alatti vezetékek építését pár évtizedre elejtették, és csak erődítményekben alkalmazták. A távíró államosításával a „politikai-katonai" távírórendszer ugyanis elvesztette jelentőségét.

A gyors és megbízható Siemens-féle mutatólapos távíró az orosz kormánynak is kapóra jött, mert a Törökországgal és a nyugati hatalmakkal való nézeteltérésből nem láttak békés kivezető utat. Kiépítették a finnországi Abótól Péterváron át Krímbe és Szevasztopolba vezető távíróvonalat egy varsói elágázással. Az optikai jelzőrendszert egyelőre még a legtöbb vonalon meghagyták.

Siemens a hosszú krími vonalon reléállomásokat iktatott közbe, és az áramellátást galvánelemekkel biztosította. Induktort is alkalmaztak, de helyi telepként a galvántelep megbízhatóbbnak bizonyult.

A hívásra és az adásra szolgáló induktort főleg a vasúti szolgálatban kedvelték; a kettős „T" armatúra az acélmágnes sarkai közt megpörgetve, erős áramot adott. Az induktor mai napig is használatos. Amikor a tábori távbeszélőkészülék karját megforgatjuk, az induktor tekercsét pörgetjük meg.

TÁVÍRÓ A HÁBORÚBAN

A legelső villamos távíróval felszerelt híradó alakulatot Poroszországban állították fel 1854-ben; kezdetben az utászcsapatok kötelékébe sorolták őket. A béke idején jól kiképzett távírászok 1864-ben a dániai háború során kerültek első ízben harci viszonyok közé. A Düppel-erődítmény elleni támadáskor a tűzvezetésre szolgáló távírót a tüzérfigyelők számára egészen a legelső vonalakig előrevitték.

A krími háborúban már mindkét oldalon felhasználták a villamos távírót. A szövetségesek – az angolok és a franciák – Szevasztopol ostromakor a hadosztály-parancsnokságok között építettek távíróvonalat, de a híradó rendszert a harcoló alakulatokig ekkor még nem vonták előre. Egy angol vállalat – a Newal & Co – a bulgáriai Várna és Krím között guttaperchával szigetelt tenger alatti kábelt fektetett, amely a háború végéig zavartalanul működött.

A háború a Siemens–Halske-vállalatot hallatlanul felvirágoztatta, hiszen távíróberendezést, kábelt, szigetelőt minden tételben el tudtak adni.

A Siemens–Halske-távíróval kapcsolatosan az újságírók egy kiemelkedően érdekes jelenséget jegyeztek fel 1855-ben. Amikor a távíró Szevasztopol elestének hírét világgá

röpítette, az orosz és a szövetséges parancsnokságok egyaránt Siemens–Halske-távírót használtak. És a két ellenséges főparancsnokság készülékének – különös véletlen folytán – egymást követő gyártási száma volt. A vállalat tehát a jól bevált tőkés gazdálkodási módszert követve: mindkét hadviselő fél számára szállított hadianyagot.

A krími háború tapasztalatai alapján, 1857-ben az angol kormány Chathamben katonai távíróiskolát létesített, mérnöktisztek és a hadsereg híradó altisztjeinek kiképzésére. 1857–1858-ban az indiai felkelés idején az előnyomuló angol gyarmati hadsereg után folyamatosan fektették a távíróvonalakat. Rajtuk keresztül a Calcuttában székelő kormányt a hadműveletek állásáról állandóan értesítették. Bár ekkor már ismerték és használták is a mutatólapos távírót, a híradó alakulatokat mégis az egyszerűbb és érzékenyebb tűtávíróval szerelték fel.

A légvezetékeket puha vasdrótból készítették, nagy dobokon szállították, és bambuszrudakra függesztették fel őket. A vezetékrendszer száraz időben kifogástalanul működött, de a monszunesők idején hasznavehetetlenné vált. Mégis, a háború két éve alatt a tűtávíró általában kielégítően működött. Ha erődöt, sáncot, tábort foglaltak, azonnal tűtávíró-állomást rendeztek be és jelentést küldtek Calcuttába.

A morzetávíró bevezetése után a posta, a vasút és a hadsereg vegyesen használta a tű-, a mutatólapos és a morzetávírót. Így volt ez a már alig emlegetett 1864–1869-es dél-amerikai háborúban is, ahol az egyik fél tűtávírót, a másik morzét használt.

A régmúlt háborúkban alkalmazott híradástechnikai berendezéseket *R. von Fischer-Treuenfeld,* a londoni távíróhivatal mérnöke írta le. Könyve Stuttgartban 1879-ben német nyelven is megjelent (Kriegs-Telegraphie, W. Kitzinger kiadása). Ebben elmondja, hogy ő – a szerző – a háború során a paraguayiak oldalán állt, és ott szervezte meg

a híradó alakulatokat. Paraguayt akkor *Lopez* elnök despota módján kormányozta. Szigorú fegyelmű hadserege vitézül harcolt a brazilok és az argentinok ellen. Lopez azonban megfeledkezett a hadsereg műszaki felszereléséről, így a távírász alakulatok szervezéséről is. Ezért a posta és a vasút tisztviselőit hívták be katonai szolgálatra. Asuncionban pedig az egyetemi hallgatók kiképzésére távíróiskolát létesítettek. Kiépítették a 250 kilométer hosszúságú *Paso la Patria* hangzatos nevet viselő telegráfvonalat, és azt Itapiru határerődítményen át az Argentínába nyomuló paraguayi csapatok után folyamatosan kifejlesztették. A Parana folyó sebes, zuhatagos, sziklás medrén a vonalat nem tudták átvinni, mert a felszerelésből hiányzott a folyamkábel. Ezért a „polgári" kerítéskészítéshez használt vasdrótot vásárolták össze, és a drótot az őserdők gumifáinak megcsapolásával nyert gumitejjel szigetelték. Az így hevenyészetten készült kábelt azonban már nem tudták a Parana folyón átvinni, mert visszaszorították őket. Az Itapiru-erőd is elesett, a telegráfberendezést 68 fontos – 34 kilogrammos – ágyúgolyókkal rommá lőtték. És bár a paraguayiak a szétlőtt vezetéket ismételten helyreállították, de a visszavonulás közben nem szedték szét, hanem rombolták. Úgy, ahogyan ez a XX. század háborúiban is nemegyszer megtörtént.

A szövetségesek Siemens-rendszerű – de angol gyártmányú – távírót használtak, a paraguayiak Morse-rendszerűt. Használatban voltak még a régi tűtávírók is. Ezekkel kapcsolatban a szerző könyvében megjegyzi, hogy nem érti, Angliában miért ragaszkodnak még mindig az elavult rendszerhez. A készülék ugyanis nem írt, csak jelzett, emellett a távirat szövegét mindig vissza kellett adni, hogy a megértést nyugtázzák.

A brazil oldalon használt Siemens-távíró képét Fischer-Treuenfeld könyvéből bemutatjuk.

EGY FESTŐ, AKI TÁVÍRÓT ALKOTOTT

Samuel F. B. Morse (1791–1872) festőművésznek készült, 1812-ben munkásságát aranyéremmel jutalmazták. Képzőművészeti főiskolai tanárnak is kinevezték. Egyik európai útján a Sully nevű postagőzös egy utasa elektromágnest mutatott neki. Ez felgyújtotta a művész képzeletét. Annyira belemerült a távíró tanulmányozásába, hogy a megrendelt nagy történelmi vásznat nem fejezte be, az előleget is visszafizette, és távíró szerkesztéséhez fogott. Első készülékét 1837-ben mutatta be, de ennek hatótávolsága nem haladta meg a 15 métert. A nehézkes faalkotmányon elhelyezett óraszerkezet papírszalagot húzott. Készülékét hamarosan kijavította, és ebben az alakjában még ma is jó néhány helyen megtalálható. Lényegében rendkívül egyszerű szerkezet. A leadáskor a távírász a morzekulcsot felhasználva, áramlökéseket ad a vezetékbe. Az ellenállomáson, ahol a relé egy helyi telepet kapcsolva elektromágnest működtet, a kulcs lenyomási idejének megfelelően a készülék a papírszalagra pontot vagy vonást húz. Például az egy pont egy vonás *a* betűt jelez: A *b* betű jele – · · ·, a *c* betűé – · – · és így tovább. A morzejeleket viszonylag könnyű megtanulni. A távírászok a morzegép hangját annyira megszokják, hogy a szöveget a géphangból kiolvassák; miköz-

ben a morzejeleket hallgatják, már írják is a szöveget. A morze-távírógép volt az első valóban *távíró*gép. A régebbiek csupán távjelzőként működtek.

1843-ban Washington és Baltimore között 30 ezer dollár költséggel megépült az első Morse-rendszerű távíróvonal. Nehézkes készülékkel dolgozott; egyetlen elektromágnesének súlya 72 kilogramm volt. A magánhasználatra szánt távírót a közönség csak nehezen szokta meg. A vasút és a hivatalok annál buzgóbban támogatták a távírás ügyét. Négy szó közvetítéséért egy centet kértek. Az első nap bevétele pontosan egy cent volt.

A villamos távíróval kapcsolatosan megemlítjük, hogy a távírókészülékeknek a vonalra való kapcsolása „sorosan" és „párhuzamosan" történhetett. Soros kapcsolás esetén egyetlen készülék kiesése az egész rendszer elnémulását vonta maga után. Bizonyos, hogy a kezdeti sokvezetékes rendszerekkel szemben az egy vezetékpárat igénylő tűtávíró – majd a morzetávíró – a kor műszaki színvonalán nagy előrelépést jelentett. Más vonatkozásban ez a kérdés napjainkban is a híradástechnika „izgalmas" kérdései közé tartozik.

Európában az 1849–1850-es években a távíróvonalak hossza ugrásszerűen megnőtt, kiépült a Berlin–Frankfurt am Main távíróvonal 600 kilométer hosszúságban. Ekkor már az európai távírásban a Siemens-cég uralkodott. Az egyes országok különféle díjtételeket állapítottak meg, és kezdetben meglehetős drágán szolgálták ki a közönséget. A díjakat 1876-ban nemzetközi postaegyezmény szabályozta.

A XIX. század közepén létrejött nagy napilapok a jobb hírszolgálat érdekében hatalmas anyagi áldozatokat hoztak. Gauss – az első használható tűtávíró megalkotója – ajánlotta az akkor már jónevű fiatal újságírónak, *Paul Julius Reuternak,* hogy a hírszolgálatot Párizs felé fejlessze ki. A német távíróvonalon Aachenig eljutott híreket postagalamb-

bal küldje Brüsszelbe, ahonnan pedig tud Párizsba táviratozni.

A Dover–Calais közötti tenger alatti kábel lefektetése után – 1851-ben a Reuter-hírügynökség Londonban rendezte be irodáját. A cég egyik tagja ravasz módszert eszelt ki a hírszolgálat meggyorsítására.

A Reuter-ügynökség két gyors járatú jachtot cirkáltatott a tengeren. Amikor a postagőzös Európából Amerika felé indult, a gyorsjacht még várt egy napig, és a legfrissebb hírekkel utánaeredt a gőzösnek. Amerika partjai előtt ugyancsak egynapi járásra az ottani jacht várta a hajót, és így a hírszolgálatban két napot nyertek. Amerika és Európa között elsősorban a tőzsde miatt szorgalmazták a gyors hírközlést.

A gyors hírszolgálat kiemelkedő példája *III. Napóleon* 1859. január elsején elmondott kardcsörtető beszéde. Szövegét egy óra múltán a Reuter-iroda Londonban kézhez kapta. Közzététele az angol értékpiacon tőzsdepánikot okozott.

Hasonló módon közölték az európai újságok *Lincoln* elnök halálának hírét is.

Magyarországon 1849 óta használják a morzekészüléket. A távíróhálózat a közigazgatási érdekeknek megfelelően Budapest központtal épült ki. Innen elsősorban a megyeszékhelyek felé építettek vonalakat. A monarchia katonapolitikai helyzetének megfelelően a déli, a keleti és az északkeleti határvidékek felé ugyancsak jó távíróvonalak épültek. Magyarország 1867–1874 között kétmillió forintot költött távíróvonalak építésére. 1850-ben föld alatti vonalakkal is kísérleteztek, de a sok üzemzavar miatt abbahagyták. A vezetékek előbb rézből, később az olcsóbb és nagyobb szilárdságú acélból készültek. A 3, illetve 4,5 milliméteres átmérőjű acélhuzal kezdetben üveg, majd porcelánszigetelőkre erősítve futott ezer és ezer kilométereken

keresztül. Zimony, Pancsova, Csongrád, Szentes, valamint Óbecse és Törökbecse között folyamkábeleket raktak le.

A morzetávíró századunk hatvanas éveiben tűnt el. Ma már a vasútüzemből is kiszorult, és a kezelését a forgalmi tisztek sem tanulják. Szerepét a vasúti telefon vette át amely ha szükséges, magnószalagra veszi az adott utasításokat.

Morzetávíró a XIX. század háborúiban

A XIX. század második felében több kisebb-nagyobb háború zajlott, s ezekben a Morse-rendszerű távírót már elterjedten használták.

1859-ben a spanyol–marokkói háború idején a spanyol hadseregben szervezetszerű híradó csapatok még nem voltak; a spanyol posta távírászait hívták be hadiszolgálatra. *Don Leopoldo O'Donell* spanyol tábornok, az afrikai erők főparancsnoka a polgári posta alkalmazottaiból verbuvált híradó katonákkal egészen a harcoló alakulatokig előrevitette a távírót. A szigetelt kábelt kétkerekű kordékon szállították, és menet közben gombolyították le. A száraz, köves afrikai talajon az ilyen kábel jól működött. Hegyekben a vezetékdobokat öszvérháton szállították, és ahol lehetett, a kábelt földbe ásták. Az ugyancsak öszvérháton szállított távírókészüléket íróasztalszerűen kinyitható ládában helyezték el. A láda oldalát lehajtva a jeladókulcs és Morse-rendszerű írógép azonnal használható lett. Az elrendezés olyan jól bevált, hogy több hadseregben – így az angol és az osztrák–magyar ármádiában is rendszeresítették.

1859-ben a franciák Itália ellen vonulva ugyancsak polgári tisztviselőket hívtak be híradó szolgálatra, de a kiépí-

tett távíró csupán a kormány tájékoztatására szolgált, a harcoló alakulatok nem kaptak távírót.

Később, 1860–1861-ben az Ancona ostromára felvonult két francia hadtest már távíró-összeköttetésben állott egymással, és így hadműveleteiket jól egybehangolhatták. Ekkor az ipar már kifejezetten katonai célokra készülő berendezéseket gyártott, és a francia hadsereg távírószolgálatát jól kiképzett híradó katonák látták el.

Ezeknek a háborúknak a távíróvonalai minden esetben a polgári hírhálózathoz csatlakoztak, avval a céllal, hogy a hadsereg és az államvezetés közötti tájékoztatás ne szenvedjen fennakadást. (És hogy a tábornokoknak eszükbe ne jusson valamiféle saját politikát kezdeni.)

A katonai távírással foglalkozó szakemberek hamarosan észrevették, hogy a távíróadás „orvul" lehallgatható. Illetéktelenek, kémek, a vonalak mögé beszivárgó felderítők a bizalmas utasításokról, parancsokról, helyzetjelentésekről stb. így tudomást szerezhetnek. A lehallgatás roppant egyszerűen történt: a vezetékeket elvágták, és lehallgatót iktattak közbe. Ekkor a vezetéken futó áram előbb a lehallgató-kopogó készüléken folyt át. Lehallgatás után a drótot ismét összekötötték, nehogy észrevegyék, mi is történt. Ha a vonalat rendkívül érzékeny galvanométeren nem figyelték, az orvhallgatót nem vették észre.

A lehallgatás ellen különféle rejtjelekkel védekeztek. Az ún. „parole"-rendszerben minden előre meghatározott időszakban a táviratot ugyanazon szóval kezdték. Például: közlöm, jelentem, kijelentem, táviratozom stb. A „parole"-nak megfelelő szót a távírászok „kód"-jában kikeresték, és akkor a szónak megfelelő laprendszert követték. Ez a módszer a tengerészeti zászlójelzések kódolására emlékeztetett. A titkosságot ideig-óráig fenn tudták tartani vele, de ha a kódkönyv az ellenség kezébe került, alaposan fel kellett forgatni.

Az észak-amerikai polgárháború sokféle technikai újítása között a villamos távíró egyike volt a legfontosabbaknak. Az 1860–1864 közötti véres küzdelem megindulásakor még egyik fél sem számolt a villamos távíró felhasználásával. A hadsereg „signal corps"-ja (jelzőosztaga) optikai készülékeket használt, de vasutakon ekkor már mindenütt bevezették a távírót.

A távíró jelentőségét egyik oldalon sem ismerték fel, olyannyira hogy a háború megindulása után egy héttel a washingtoni távíróhivatalt bezárták, nehogy az ellenség kezére híreket juttassanak. Richmondba – a déliek kezén levő városba – közvetlen távíró vezetett Washingtonból, tehát nem volt alaptalan a félelem, hogy a később oly súlyos harcokat látott városba illetéktelen távirat is eljut.

A háború során elsőként a Pennsylvania Vasúttársaság négy távírászát hívták be katonai szolgálatra, az egyenruha-viselés kötelezettsége nélkül. A távírászok – többségükben fiatal fiúk – a harchelyzetről közvetlenebbül értesültek, mint a tábornokok. Helyzetük roppant veszélyes volt, mert ha az ellenség valakit az ütközetben polgári ruhában talált, kémként kezelte. Ha távíróállomás az ellenség kezébe került, a készüléket kezelőik szétrombolták, tudva, hogy a déliek – iparuk alig volt – a távírókészülékekben nagy hiányt szenvedtek. A szolgálat különlegessége, mondhatjuk érdekessége miatt, a polgárháború távírászait olyan legendás tisztelet övezte, mint az első világháború vadászrepülőit. A szolgálat veszélyességét mutatja, hogy a háború végén a több ezer közül csupán 200 távírász maradt életben. Ezek mind „teenagerek" „tizenévesek" – nemritkán 12 év körüliek – voltak. A háború után „veterán egyesületet" alapítottak, és a távírász-veteránoknak valamelyik háborút átélt városban megtartott találkozója évtizedekig társadalmi eseménynek számított.

A háború elején a távírószolgálat körül értelmetlen viták zajlottak. A távíróhivatalok nem hitték el, hogy a távíró háborús viszonyok között is használható, a katonák pedig féltek a „civilek" kezében hagyni a fontos berendezést.

Első ízben 1861. június 6-án Virginia állam hegyei között került a távíró közvetlen ellenséges behatás alá. Elfogott „konföderalista" (déli) katonák nem tudtak hová lenni a csodálkozástól, hogy azon a területen, amelyet nemrég ürítettek ki, drótok futnak hegyen-völgyön át, és a sátrakból furcsa kopogás hallatszik.

Ahol csak lehetett, szigetelt vezetéket fektettek. Egy-egy telegráfosztag kocsiján 40 kilométer kábel és más felszerelés halmozódott. A kocsit „távíróhivatalnak" is felhasználták.

A katonai vezetés és a távíróberendezést kölcsönző vállalatok között napirenden voltak a súrlódások, a háború során mégis a táviratok millióit közvetítették. Ha lehetett, a távíróvonalat a vasút mellé telepítették, ahol könnyebben ellenőrizhették.

A polgárháborúban meglehetősen lazán szervezett távírószolgálat jó működését bizonyítja, hogy mintegy 30 ezer kilométer tábori vezetéket építettek, amelyen több mint hatmillió táviratot adtak-vettek.

A déliek oldalán a távírónak korántsem tulajdonítottak akkora jelentőséget, mint északon. Ez a hadműveletek tétova vezetésében is tükröződött.

Lincoln a távíró fontosságát azonnal felismerte. A Fehér Házban állandó távíróhivatalt rendeztetett be, és ha táborba szállt, ott is azonnal felszerelték az elnök távírdaállomását. Távírászait naponta többször meglátogatta, valamennyit személyesen ismerte, gyakran elbeszélgetett velük.

A háború megkezdéséig az Atlanti-óceántól a Csendes-óceánig a leggyorsabb hírszolgálatot a „póni expressz" bonyolította le. Váltott lovakon száguldó futárok vitték a pos-

tát. A háború alatt a távíróvonal egészen Kaliforniáig nyújtózott, pedig a „telegráfszakértők" is azt hitték, a vonal kiépítéséhez évek szükségesek, a háború idején pedig alig négy hónap alatt készült el.

A polgárháború kezdetén még tűtávírókat is felhasználták, de később kizárólag a Morse-rendszerrel dolgoztak. Ún. „nyugvóáramú" készülékeket használtak: a vezetékben áram akkor is folyt, ha nem volt távírózás. Az állomásokon galvanométer jelezte, hogy a vonal ép, nem szakadt meg sehol. Ha valamelyik állomást hívták, az állomás „hívójelét" adták, hogy csak az vegye, akinek szólt. A nyugvóáramú rendszerben a nagy állomásokon volt a galvántelep, az előőrsöknél, a felderítőknél telep nem volt; ez a felszerelést könnyebbé tette.

A háború távírászainak életéből sok érdekes epizódot jegyeztek fel. Gettysburgh-nál például, a csata előtt ki akarták építeni a vonalat az arcvonalig, de sem drót, sem szigetelő nem volt kéznél. A távírász alakulat parancsnoka a vaskereskedésekben összevásárolta a kerítéskészítéshez használt összes vasdrótot. A helyi gyógyszertár valamennyi orvosságos üvegét ugyancsak megvette, s a drótot a fákba vert szegekre akasztott üvegekre csavarták, amely a célnak így meg is felelt.

A világ első páncélos gőzösének, a Merrimacnek harcáról ugyancsak távírón értesült a washingtoni kormány. A helyzet a következő volt.

A folyami közlekedés ellenőrzésére egy erőd, a Fort Monroe épült a Potomac folyó partján. Ebben dolgozott O'Brien távírász. A távíróvonal Washington felé a Chesapeake-öböl iszapos vizén keresztül húzódott. 1862 márciusában a Fort Monroe távírásza kissé fáradtan nézegetett ki az erődítmény belül keskeny, kifelé szélesedő lőrésszerű ablakán. Az öböl vizén lassan közeledő, furcsa hajót pillantott meg. Távcsövet kapott szeméhez, s a déliek „Mer-

rimac" nevű, vaslemezekkel páncélozott gőzösét látta, amint csendesen füstölögve mozgott a folyamon felfelé. Itt a jenkik „Cumberland" nevű régi, fából ácsolt vitorlás csatahajója horgonyzott.

A távírászfiú keze ösztönszerűen billegetni kezdte a morzekulcsot.

„.... a Merrimac a Cumberland felé tart ... a Cumberland oldalát fordítja a Merrimac felé ... sortüzet ad ... a Merrimac ügyet sem vet rá, sebességét növeli ... nekimegy a Cumberlandnek ... visszahúzódik ... újból nekimegy ... szent isten ... a Cumberland süllyed."

Evvel az órával kezdődött meg a páncéloshajók ütközeteinek sora. Hamarosan megjelent a jenkik „Monitorja" – vasúti sínekkel és kazánlemezekkel borítva –, de az órákig tartó ágyúzás után sem tudtak egymásban kárt tenni.

A polgárháborúban a híradás eszközeként megfigyelő kötöttballont is alkalmaztak. Fényképeztek is a magasból, és a megfigyelő távíróval közölhette, hogy milyen mozdulatokat lát az ellenség táborában.

Az első amerikai kötöttballon neve „Enterprise" volt. Kosarában *Love* professzor foglalt helyet. A távíróvezeték, amely a felbocsátó helyen keresztül a főhadiszállásra vezetett, közvetlenül Lincoln elnök sátrában adta le a jelentést. A Richmond–Manchester-környéki terepen 300 méter magasban lebegő ballonból észlelték elsőként a déliek visszavonulását, így MacClellan tábornok azonnal parancsot adhatott az üldözés megkezdésére.

A ballon a déliek ütegeihez annyira közel lebegett, hogy a vontcsövű elöltöltőkből tüzet nyithattak az imbolygó léghajóra. A lövedékek veszedelmesen közel jártak a léggömbhöz, ezért sürgősen elvontatták.

A polgárháború távírászainak életéről a kor nagy fényképésze, *Matthew Brady* készített érdekes felvételeket. Egyet bemutatunk közülük.

A XIX. század második felében több nagy kiterjedésű övvár és erődítmény épült; a külvilággal való összeköttetésükre távíróvonalakat építettek, amelyek az állami vagy kifejezetten a katonai távíróhálózathoz csatlakoztak.

A kifelé vezető vonalakat rejtve, mélyen a föld alatt telepítették, de a körülzáró ellenség többnyire így is megtalálta őket. A várak védőműveit ugyancsak föld alatti kábelek kötötték össze egymással és a parancsnoksággal. A kábeleket annyira mélyen a földbe ásták, hogy a becsapódó gránátok fel ne szakítsák őket, ezért lehetőleg olyan vonalvezetést alkalmaztak, amelyről feltételezhető volt, hogy nem kerül erős tüzérségi tűz alá.

Távíró segítségével irányíthatták a vártüzérség tüzét. Távíróval juttatták el a felderítők jelentéseit. Távírón lehetett csapatokat átvezényelni a veszélyeztetett pontokra a kevésbé lekötött erődművekből.

Párizs körülzárásakor – 1870-ben – a franciák már jó előre telepített és jól rejtett távíróvonalakat használhattak. A belső körleten kívül levő erődítmények távírókapcsolatban állottak, s így tűztámogatást adhattak egymásnak. A gyalogság vonaláig előrehúzott, rövid póznákra akasztott távíróvonalak azonban a porosz gyalogság tüzében elszakadoztak.

Az ostromlók is kiépítették vonalaikat. Az ostromütegekhez vezető „félállandó" vonalak lehetővé tették a tüzérségi tűz összpontosítását, értesítették a szomszéd alakulatokat a készülő kitörésről stb.

Párizs ostromakor a védők *M. Trouvé* mérnök által szerkesztett távírókészülékeket használták. Ezek könnyű, kifektethető kábelből, galvántelepekből és a készülékből állottak.

Az egykorú folyóiratkép a készüléket használat közben mutatja. A jobb oldalon látható híradó tiszt derékszíján kicsiny galvántelepet hord; kezében – zsebórához hasonló – távírókészüléket tart. A baloldalt levő katona kábeldo-

bot és hátbőröndben nagyobb telepet hordoz. A második távírókészüléket a hátbőrönd alá málházták. A képen tehát két távíróállomás látható, mindegyik adhat és vehet. A kábeldobon 1000 méter, kettős távíróvezeték gombolyodik; földelést nem használtak.

Egy harmadik híradó katona 1000 méter tartalékkábelt vitt, ő fektette a vezetéket. A harmadik emberre a kábel felszedésénél is szükség volt.

A porosz híradó katonák a vezeték felszedésekor a kábeldobot mellükön hordták, és saját maguk tekercselték (akárcsak később a „telefonisták" a telefondrótot).

A Trouvé-féle távírókészülék elektromágneses lágyvasütközőt rántott magához, és kopogó hangot adott. A távírász tehát hallás után vette a táviratot, ez pedig nagy gyakorlatot kívánt. A képen a készülék tokján kívül látható a távíróbillentyű.

A francia hordozható távírókészülékekben áramforrásként Daniell-rendszerű elemet használtak. A folyadék helyett nedves diafragmát alkalmaztak, így az bármilyen helyzetben működött. A cinklemez és az itatóspapír voltak az elektródok. Hívásra rezgőmembrán szolgált.

*

A porosz–francia háború idején is használták a távírót. 1870 novemberében a Loire-hadsereg a Villa de Langres nevű, Tours-ban készült léghajót alkalmazta felderítésre. A kosarában távcsővel figyelő tiszt jelentéseit távírón adta le.

*

A háború után, 1872-ben *M. Gayé de Foville* francia konstruktőr az előőrsök számára távírókészüléket szerkesztett. Felajánlotta a francia és az orosz kormányzatnak, de tervét nem fogadták el. *Trouvé* 1873-ban a háborúban jól bevált készülékét a Siemens-cég segítségével átszerkesztette, és a francia hadseregnek rendszeresítésre felajánlotta. A készülékből néhány tucatot meg is vásároltak, de nem rendszeresítették.

Oroszországban, 1873-ban, a hadsereg újjászervezésekor távíróosztagokat is létrehoztak és felszereltek. Pétervárott, Varsóban, Rigában, Tifliszben (ma Tbiliszi) és Kijevben voltak „telegráf-park"-ok. Egy „park" egy tábori távíróosztagból, egy mozgó ellátóosztagból és egy tartalék készletből állott.

Az 1877-es orosz–török háború idején a távíró a nagy területű Oroszországban különösen jó szolgálatot tett. 1877. október 27-én *Lazarev* tábornok 27 zászlóaljával, 40 lövegével és 6 lovasezredével *Muhtar* pasa csapatait bekerítette és megsemmisítette. A bekerítést a távíró ésszerű felhasználása nagyban segítette. Az orosz híradó alakulatok a felderítés, a bekerítés, sőt a csata során is kitűnően működtek. A távíróvonalakat kozákok biztosították. Egykorú történetírók szerint az egész hadjárat sikere a „telegráfdróton függött".

A korabeli angol Daily News című lap haditudósítója írta lapjának: „A pasa vagy nem tudott az orosz távírószolgálatról, vagy ha tudott, lebecsülte azt, mint ahogy a törökök mindent lebecsülnek, ami új. Ennek a nagyszerű találmánynak a jelentőségét is csak később ismerték fel. De mielőtt észbe kaptak volna, a telegráfdrót végzetesen a nyakukra csavarodott."

A híradó alakulatokat a háborús tapasztalatokon okulva mozgékonyabbá tették. A tiszteket, az altiszteket és a legénységet lóra ültették. Volt nyolcas fogatú, felszerelést

szállító járművük is. Vezetékül hajlékony, 2 mm átmérőjű vörösréz drótot, rögzítésre keménygumi szigetelőket használtak. Horganyzott vasdrótot is alkalmaztak, ezt vékony rézszálak vették körül. Írógépeik Morse-rendszerűek voltak. A hosszú vonalakon reléállomásokat iktattak közbe. A „Marie Davy" elnevezésű galvántelep helyett később a Daniell-félét rendszeresítették. Az elemek üveg és keramikus alkatrészeit gyantával átitatott vastag papírgyűrűk tartották feszesen és a lehetőségekhez képest törésbiztosan.

*

A mai ember már nem tudja a nyilvánosságnak azt a mértékét megérteni, ami ezt a kort jellemezte. A cenzúra, politikai és katonai ellenőrzés szinte könnyelműen laza volt.

1866-ban például a porosz–osztrák háború idején *Moltke* benyomult Csehország területére (hogy Königgrätznél döntően megverje az osztrákokat). A porosz vezérkar londoni megbízottja állandóan figyelte az angol haditudósítók jelentéseit. Így azután a „Times" haditudósítójának hírei alapján Moltke mindig jól tájékozódott az osztrák ármádia mozdulatairól.

1870-ben a porosz megfigyelők Londonban a Times harctéri tudósításából értesültek, hogy *Mac-Mahon* seregei kelet felé nyomulnak, s a hír alapján megtehették ellenintézkedéseiket. Moltke hamarosan felismerte a távíró katonapolitikai jelentőségét, s megparancsolta, hogy a megszálló hadsereg által nem használt vonalakat rombolni kell. Ő rendelte el először, hogy a táviratokban rövidségre kell törekedni, mindenféle címet, megszólítást és rangot mellőzni kell. Elrendelte, hogy a táviratok szövegét a vevő ismételje meg.

A francia ellenállás már akkor is működött. A német katonai vonalakat megszakították. Ez megtorlást váltott ki.

A háborús Franciaországban a távíróvonalak őrzését mindenütt külön alakulatokra bízták. A német katonavonatok vezetői is szigorú utasítást kaptak, hogy a vasutak mentén húzódó telegráfvonalak épségét ellenőrizzék.

A századunk elején lezajlott angol–búr háborúban a délafrikai harctéren működő páncélvonatok harcászati utasításában a felderítéssel kapcsolatosan előírták, hogy a vonatok időnkint egy-egy bevágásban, magaslat mögött maradjanak csendben, és ezalatt távírójukat kössék be a vasút mellett húzódó üzemi távíróba, hogy parancsokat vehessenek, és megfigyeléseik eredményét közölhessék.

Az Osztrák–Magyar Monarchia hadseregében az 1878. évi boszniai okkupáció idején a posta távíróberendezésein kívül az 1877. M (mintájú) tábori távírókészüléket is használták. Kifejezetten katonai távírász alakulat ekkor még nem volt. 1883-ban uralkodói rendelet intézkedett a „Császári és Királyi Vasút- és Távíróezred" felállításáról. Az ezreden belül három zászlóaljat, zászlóaljanként négy századot szerveztek. A III. zászlóalj kereteit a megalakuláskor nem töltötték fel. Az I. zászlóalj és az ezredtörzs a pótkerettel együtt Korneuburgban (Alsó-Ausztria), a II. zászlóalj Boszniában állomásozott.

A vasúti és távíróezred a vasútépítés, az üzemfenntartás, a pályafenntartás mellett rombolást is végzett. A távírász alakulatok a vasútüzemi távírót kezelték. Századonként nyolc embert képeztek ki távírószolgálatra.

1889-ben Korneuburgban távírásziskolát létesítettek. A pótkerethez időnkint a póttartalékosokat (a sorköteles koron túl levőket) hívtak be, és nem 3 év alatt, hanem 8 hét alatt képezték ki a távírószolgálatra őket. Minthogy a bevonultak rendszerint vasutasok, postások voltak, a rövid szolgálati idő elegendőnek bizonyult.

1889-ben a gyalogság és a lovasság részére Tullnban

távírásztanfolyamot indítottak, és ezzel egyidejűleg az ezred III. zászlóalját is feltöltötték.

A távírász alakulatokhoz a tiszteket az utászcsapatoktól vezényelték; tartalékos postai és vasúti tisztek „ténylegesítésével" érték el a szükséges tiszti létszámot. 1896-tól a hainburgi, a módlingi és a bécsi hadapródiskolákból vezényeltek az ezredhez tisztjelölteket. A monarchia vegyes nemzetiségű legénységéből magyar, német és szláv nyelvű távírászokat képeztek ki.

A távírászok felszerelése a Morse-rendszerű író- és adókészülékből, műszerekből, vezetékből, szerszámokból állott. Az 1877 és 1892 mintájú tábori távírókészülékek az első világháború végéig „szolgáltak". A felszerelést a vonatosztagok 90 M, és 97 M jelölésű négyfogatú kocsikon szállították. Sokáig használták a régi 77 M négyesfogatot is.

Az optikai távírókészülékek továbbra is használatban maradtak. 1894-től kezdve erős fényű optikai távírókat rendszeresítettek, 1903-tól acetiléngázzal működő, később pedig villamos Zeiss-készülékek kerültek a felszerelésbe. 1903-ig a lovasságnak Mangin-rendszerű petróleumlámpával működő fénytávírója is volt.

1911-ben a vasúti és távíróezredet szétválasztották, és külön távíróezredet szerveztek. Erre a Balkánon kialakuló politikai és katonai helyzet miatt volt szükség. A távíróezred kerete 1912-ben alakult ki véglegesen. Úgy szervezték meg, hogy háborúban már ne kelljen keretek felállításával foglalkozni, hanem a meglevők feltöltése biztosítsa a szükséges létszámot és alakulatokat. Az első világháború előtt a kiképzést 16 távírószázadban végezték.

Megjegyezzük, hogy külön „kísérleti osztagot" is szerveztek. Ez a híradástechnika fejlődését követte figyelemmel, és az új készülékek kipróbálásával, harci felhasználásukkal kísérletezett. Külön szervezték meg a vártávíró szolgálatot is.

A közös hadsereg mellett szervezett „M. Kir. Honvédség" (nem a két háború közötti Horthy-hadseregről, hanem a régi honvédségről van szó) tisztjeit és altisztjeit az 1910-ben felújított „M. Kir. Honvéd Központi Távíróiskolában" képezték kilenc hónap időtartamú tanfolyamon.

A honvédség távíróügyeivel a Honvédelmi Minisztériumban a „távíró-előadó" foglalkozott, aki a kiképzést, az anyagnyilvántartást és műszaki ellenőrzését stb. irányította.

A BETŰNYOMÓ TÁVÍRÓ

A Magyar Tanácsköztársaság idejéből fennmaradt történelmi érdekességű fénykép őrzi annak a vasúti kocsi belsejének a képét, amely a magyar Vörös Hadsereg vezérkari főnökének szobája volt.

A kép bal szélén ülő cigarettázó személy *Böhm Vilmos* hadseregparancsnok, a szemben levő pedig *Stromfeld Aurél* vezérkari főnök.

Elöl a kép szélén egy Hughes-távírókészülék látható, ugyanilyenen dolgozik a középső asztalnál levő – Stromfelddel szemben ülő – távírász, míg hátul egy Morse-rendszerű gép látható.

A Hughes-gép, amely így bevonult a magyar történelembe, ún. betűnyomó távíró. Tehát nem jeleket – vonást, pontot, hullámvonalat – hanem közvetlenül betűt ír le. A zongorabillentyűhöz hasonló írókészüléken adják le a táviratot, a papírszalagra betűk nyomódnak. A táviratlapra a szétvagdosott papírszalag kerül. Egyébként napjainkban is, ha táviratot kapunk, rendszerint ilyen szalagokra írva és lapra ragasztva kapjuk a sürgős üzenetet.

A betűnyomó távíróval már a táviratozás korai évtizedeiben többen foglalkoztak, így a már többször említett Jakobi és Wheatstone is. A gyakorlati használatba azonban *David*

Edvin Hughes rendszerét vezették be. Hughes 1831-ben Londonban született, 1838-ban kivándorolt Amerikába – Virginiába. Ott zenével foglalkozott. Kentuckyben zeneiskolai tanár lett. 1853-ban Bowling-Greenben telepedett le, és ott kizárólag a táviratozás problémái kötötték le. 1855-ben szabadalmaztatta betűnyomó távíróját. Később telefonnal, sőt drótnélküli távíróval is foglalkozott, a szénmikrofont is az ő találmányának tartják.

A Hughes-féle távíró szerkezeti elve egyszerű, kivitelezése azonban meglehetősen bonyolult. A sok finom alkatrész elkészítése fejlett műszeripart kíván. Akárhány nagy iparvállalat éppen a Morse- és Hughes-rendszerű gépek készítésével indult a fejlődésnek és vált világhíressé.

A Hughes-gépnél a feladó- és felvevőállomáson pontosan egyidejű mozgást kell előidézni. Rugós órával ez nem lehetséges, súllyal hajtott szerkezettel már igen. (Napjainkban villamos szinkronmotorral oldják meg.)

Az eredeti Hughes-gépen leereszkedő mintegy 50 kilogramm súlyú nehezék óraművet hajt. Az adó- és a vevőkészülékben egy-egy betűnyomtató kerék forog. Kemény acélból készül, rajta helyezkednek el a betűk. A betűnyomó kerék előtt papírszalag vonul. A betűket festéklabda festékezi.

Ha a betűnyomó billentyűk közül (26 betűknek, 2 jeleknek fenntartva) az egyiket a távírász az adóállomáson lenyomja, a túlsó állomáson a lenyomásnak megfelelő betű a szalagnak ütődik, de egyidejűleg a feladóállomáson is pontosan ugyanaz a betű nyomódik le. A távirat tehát ily módon két példányban készül. Ez megkönnyíti az ellenőrzést, ami katonai táviratoknál igen fontos követelmény.

Már a kezdeti Hughes-gépekkel – a Morse-rendszerű távírók 20–26 szavas percenkénti sebességét túlszárnyalva – 60 szót tudtak percenként továbbítani.

Az első világháború idején a távíró alakulatok egyik legfontosabb felszerelése a Hughes-gép volt.

Érdekességként említjük meg, hogy a géptáviratozásnak volt egy sajátságos rendszere, ezt *Rudolf Hell* dolgozta ki. Az ún. Braun-féle cső – később találkozunk vele – segítségével, a televízióhoz hasonló berendezést készített, amely a betűjeleket éppúgy pontokra bontotta, mint a tv a képet. A készüléket feltalálójáról „Hellschreiber"-nek, „Hell-író"-nak nevezték el. Kézírás, rajz továbbítására is alkalmas volt.

TÉRKÉPEK TÁVIRATOZÁSA

A tavíró már az egész világon elterjedt. Valakinek eszébe jutott, hogy a távirat sokkal meggyőzőbb lehetne, ha a feladó saját keze írását küldhetné el a címzettnek. A katonák pedig arra gondoltak, hogy a helyzetjelentéseknek, a felderítők megfigyeléseinek, a léggömbök kosarában készített látrajzoknak gyors továbbítása is rendkívül hasznos lehetne. Más szóval olyan készüléket kell feltalálni, amelyik az írás és a rajzok táviratozására alkalmas. Így születtek meg a különféle „autográf" és „pantelegráf" készülékek. A leningrádi, Popovról elnevezett híradástechnikai múzeumban, a firenzei tudománytörténeti gyűjteményben és a párizsi Conservatoire gyűjteményben láthatók ezek a rajzok továbbításra alkalmas régi készülékek. Napjainkban is kifogástalanul üzemelnek. Működésük, amely az elektromos áram kémiai hatásán alapul, a következő.

A feladóállomáson a távíróvezetékhez fényes rézlemez csatlakozik. A lemezre a feladó szigetelő olajfestékkel ráírja, vagy rárajzolja a kívánt írást, rajzot. A henger alakúra domborított lemez fölött inga leng, végén parányi fémseprő van. Ez a fémseprő a hajlított lemez valamennyi pontját végigsepri. A lemeznek az inga lengési ütemében kell elmozdulnia. Amikor a seprő a fémlemezhez ér, a távíró-

vezetékben áramlökés keletkezik, ha pedig a szigetelő festéken halad át, áramimpulzus nem jelentkezik.

A túlsó állomáson, a hasonlóan domború lemezen sárga vérlúgsóval átitatott papírlap feszül. Ezen halad végig a vevőkészülék ingája, amely az adókészülékével szinkronban mozog. Ha nincs áramlökés, a papírlapon végigsuhanó fémseprő nem vált ki hatást. Ha áram folyik keresztül rajta (mert a feladóállomáson a fémseprő csupasz fémen siklott), a sárga vérlúgsó szétbomlik, ún. berlini kék keletkezik, és a papíron sötét nyom marad. A sötét nyomok összessége a feladóállomáson feltett rajz, írás, térkép vonalait adja, tehát a feladott kép kirajzolódik. Rajzok, például portré, csendélet továbbítása is így történik. Ezt a rajzok továbbítására alkalmas készüléket „autográf"-nak, más néven „pantelegráf"-nak nevezték.

Az ismertetett szerkezet feltalálója, *Caselli J.* olasz fizikus (1815–1891). Politizáló pap volt, akit tevékenységéért száműztek. Firenzében élt. 1854-ben „La Ricreazione" címmel folyóiratot alapított; a mai tudományos ismeretterjesztő magazinok előfutárának tekinthető.

A Caselli-féle pantelegráfot 1857-ben egy *Froment* nevű párizsi mechanikus készítette el. 1865-ben Párizs és Lyon között vonalat létesítettek számára. Oroszországban is több helyen bevezették.

A pantelegráf sajátságos módon a közönség érdeklődését nem keltette fel. Alig akadt valaki, aki a saját írását, rajzát akarta volna elküldeni. Elsősorban a bűnüldözés területén használták fel. Ha valakiről volt fénykép, átrajzolták és a körözéskor a rajzot továbbították.

A katonai körök a pantelegráfban nagy fantáziát láttak. Több parancsnokságon – erődítményekben, vezérkaroknál, minisztériumokban – felszerelték, de minthogy felszerelése és szállítása körülményes volt, tipikusan olyan találmánynak bizonyult, amely meghaladta a kor támasztotta igénye-

ket. Pedig már színes képek továbbítására is alkalmazták; több, különféle vegyi anyaggal átitatott papírra, többszöri adással táviratoztak. De ez az újítás sem használt; a pantelegráf-vonalakat később leszerelték. 1881-ben Párizsban, majd 1883-ban Bécsben még többféle rendszerű „autográf-telegráfot" állítottak ki – közöttük Edisonét is –, de egyik sem bizonyult hosszú életűnek.

A gondolat az első világháború idején éledt fel ismét. A felderítő repülők által készített vázlatok, rajzok gyors továbbítására rádió-rajztovábbító készüléket dolgoztak ki. A rajzot különleges – fémes nyomot hagyó – ceruzával rajzolták, és néhány perc múltán a felvevőállomás gépéből a kész rajzot vehették ki. A döberitzi repülőtéren 1918 szeptemberében fronthasználatra alkalmas alakban is bemutatták, de alkalmazására már nem került sor.

A fotocella feltalálása tette lehetővé, hogy vezetéken és rádión fényképeket továbbítsanak. A „képszolgálat" napjainkban a korszerű hírszolgálat szerves része.

Gauss és *Weber* már módfelett örültek, amikor sikerült dróton üzenetet közvetíteniük. Azután megjelentek a távírókészülékek. Úgy tűnt, hogy morzetávíró minden igényt kielégít. Az élet egyre gyorsuló üteme azonban a táviratozás gyorsítását is követelte. Különféle gyorstávíró-rendszerek alakultak ki, volt közöttük jó, kevésbé jó és olyan is volt, amely annyira használhatónak bizonyult, hogy mai napig is alkalmazzák.

A teljesítmény növelésére a legcélravezetőbb módszer az automatizálás. A táviratot nem ember, hanem automata adja. Az elv rendkívül egyszerű.

A végrehajtás során a távirat szövegét lyukasztott papírszalagra írják át. A szalag közepén vezető lyuksor vonul, felette és alatta vannak a lyukjelek. Ha két lyuk egymás felett van, pontot jelent, ha ferdén helyezkednek el, vonást kell olvasni. A távíróhivatalban tehát a felvett táviratokat lyukasztógép segítségével a szalagra átírják és a gépen nagy tekercs szalagot futtatnak végig. Így jelentős sebesség érhető el. A múlt század nyolcvanas éveiben már percenként 120 szót közvetítettek. A rendszert Wheatstone dolgozta ki, majd igen sokféleképpen javították.

A teljesítménynövelés másik jól bevált eszköze, az egy-

idejűség. Ez azt jelenti, hogy egyetlen vezetéken egyidejűleg több táviratot adnak le. Ha két állomás egyszerre használja a drótot, duplex-rendszernek mondják, ha a két sürgöny ugyanazon irányban megy, diplex-rendszer a neve. A kvadruplex-rendszerben a dróton egyidejűleg két táviratot adnak, kettőt pedig vesznek. A rendszer egyébként a Morse-, a Hughes-, a Wheatstone- vagy akár a Caselli-féle készülékre egyaránt alkalmazható.

A harmadik fajta rendszer elve – a régi magyar szaknyelv egyidejű áttevésnek nevezte – az előbbiektől lényegesen eltér. „Harmonikus telegráf"-nak is mondották. Lényege a következő. A feladóállomáson változó erősségű áramok lemezt hoznak rezgésbe, a lemez hangot ad. A vevőállomáson az ugyancsak rezgő lemezek hangja a megfelelő jelfogóban lép fel. Ebben a rendszerben négy készülék működhetett egyszerre.

Meg kell említenünk *a magyar Pollák–Virág-rendszert.* Evvel óránként 80 ezer szót lehet adni, amire alapjában nincs szükség. Szerte a világon elismerték, hogy ennél jobb rendszer nincs, csak éppen túlságosan nagy teljesítménye miatt nem rendszeresítették.

A Pollák–Virág-rendszerű távíró ugyancsak lyukasztott papírszalaggal adja a táviratot. A szalagon öt lyuksor van, a lyukak különböző nagyságúak. A felvevőkészülék telefonra emlékeztet, amelynek rezgő membránja az érkező jeleket folyamatos írássá alakítja. Az írást egy fénynyaláb fényérzékeny papíron rögzíti.

Zemplén Győzőnek „Az elektromosság és gyakorlati alkalmazásai" című 1910-ben megjelent, majd 1927-ben átdolgozva újból kiadott művének 513. oldalán a következő érdekes megjegyzést olvashatjuk:

„Korda Dezső kiszámította, hogy a működő gépek, vezetékek és a személyzet számának csökkentése folytán 6000 szó óránkénti továbbítása a Morse-rendszerű gépekkel

225 000, Hughes-gépekkel 117 000, Baudot-gépekkel 59 000 és Pollák–Virág gyorstelegráffal 35 300 frankba kerül évenként. Eszerint a mai telegráf azért olyan drága és azért olyan rossz üzlet, mert túlságosan lassú (!). A különböző államoknak ezzel szemben az a véleménye, hogy a Pollák–Virág-féle eszköz felállítása ma még egy vonalon sem indokolt, mert a forgalom még sehol sem akkora, hogy ily óriási sebességgel működő gépre szükség volna. Tehát a találmány ma még megelőzte korát; ámde reméljük, hogy még feljön a napja."

A jóslat nem vált be, mert a géptávíró ezeket a rendszereket hosszú időre feleslegessé tette. (A készülék egyetlen megmaradt példánya a müncheni Deutsches Museumban van, a budapesti Postamúzeum is rekonstruált egyet.)

Géptávíró, távgépíró

A szerkesztőségekben, a nagy hivatalokban, a gyárakban, a vezérkari irodákban stb. mindenütt ott látjuk és halljuk a géptávírót. Nagyméretű írógépre emlékeztető szerkezet, befűzött papírtekercsre írja a híreket, jelentéseket, üzleti leveleket stb.

A készülék, mint a neve is mutatja, a gépírásból fejlődött ki. Az írógép már annyira elterjedt, és a kézírással szemben olyan sok előnye mutatkozott, hogy a táviratozás sem nélkülözhette.

A Hughes- és még sok más rendszerben szinkron forgó szerkezetek adták-vették a táviratot. Ez bonyolult, műszakilag nemkönnyen megoldható feladat, emellett lassú is. A géptávíróban minden jelnél, betűnél áramindítás történik, egyébként a gép áll. A gép különféle hosszúságú impulzu-

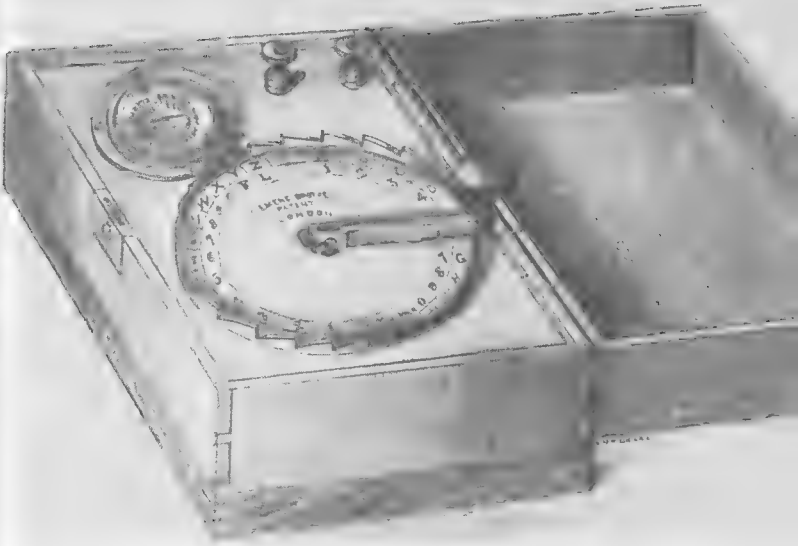
sokat ad. Ötféle jelkombináció lehetséges. Minden betű vagy jel leadásához hét áramimpulzus szükséges. Az első nyomán indul meg az adó- és a vevőgép forgó mozgása. Öt impulzus a jeleket adja, a hetedik leállítja a szerkezetet. Emlékezzünk Jakobi távírójára, ahol ugyancsak ötféle jelkombinációt alkalmaztak.

A távgépíró – a telex – előfizetői a posta központján át léphetnek egymással kapcsolatba. A gép az adott szöveget mindkét állomáson leírja, s így az ellenőrzés hibátlan. A szerkesztőségek géptávíróit időnként megnézik, milyen hírt hozott, és szükség esetén kiveszik a papírt a gépből. A mai híradó alakulatok híradó kocsijaiban mind a vezetékes, mind a rádiókészüléknél működik a géptávíró.

A géptávírókkal kapcsolatosan egy érdekes – a megszületésekor nem sejtett jelentőségű – technikai lehetőség is felmerült. A Pollák–Virág-féle távíróberendezéssel a táviratokat háromszor adták le, és 2:1 arányú logikai szűréssel a hibákat kiszűrték. Az óriási sebesség ezt a műveletet is lehetővé tette. A gyorstávírót már majdnem elfelejtették, amikor *Neumann János magyar matematikus* ugyanezt az elvet az elektronikus számítógépek egyes áramköreiben bekövetkező meghibásodások kiküszöbölésére felhasználta. Így a korszerű számítógéptechnika az eredetileg híradástechnikai „fogást" sikerrel alkalmazta.

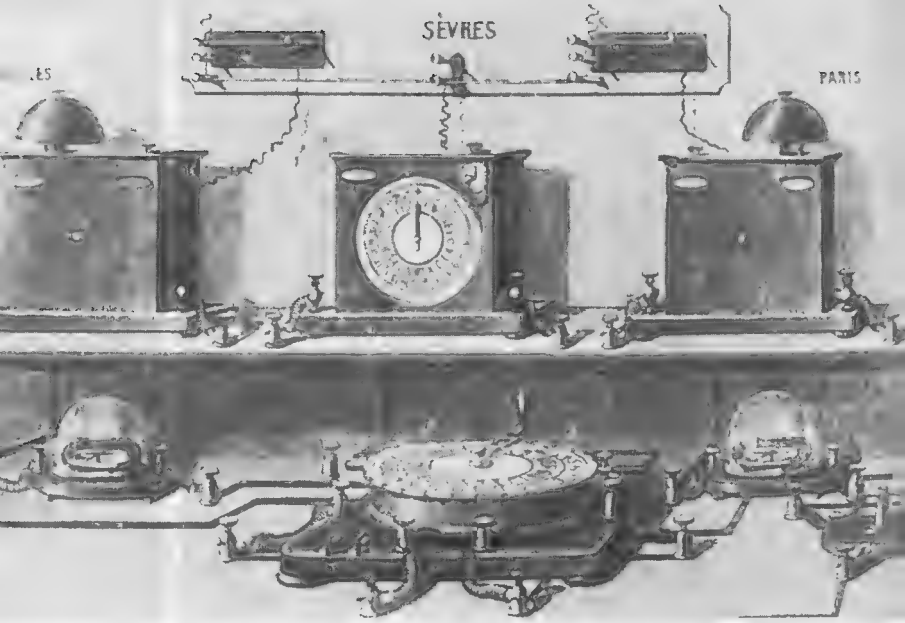
A forró drót

1963-ban az újságok hírül adták, hogy Moszkva és Washingont között üzembe helyezték a „forró drótot", azt a géptávíró-vonalat, amely 24 órán át megszakítás nélkül működik, minden pillanatban felhasználható.



A brazil hadsereg tűtávírója a paraguay háború idején. 1864–69-ben.
(Egykorú folyóiratból)

M. Trouvé előörs távírójának fektetése. 1879

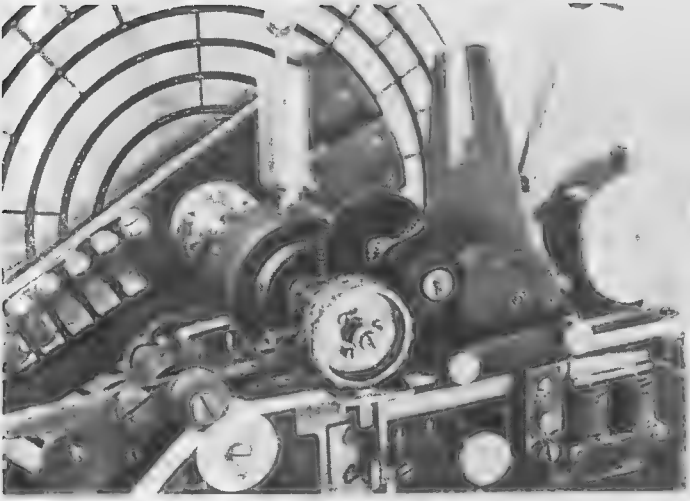


Bréguet-rendszerű mutatólapos távíró a mult szazad nyolcvanas éveiből

Az északiak távírókocsija az amerikai polgárháborúban.
(Brady felvétele)

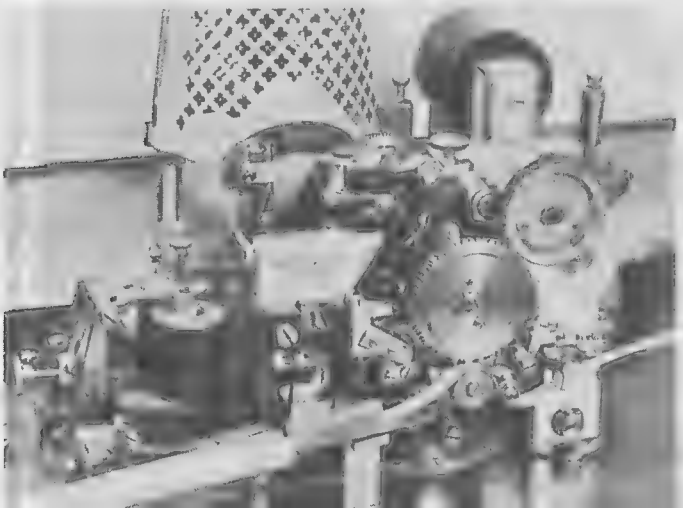
Morze-távírógép 1859-ből. Postamúzeum, S'Gravenhage

Stromfeld Aurél vezérkari főnök parancsnoki kocsija a Tanácsköztársaság idején. Bal szélen Böhm Vilmos hadseregparancsnok. Az előtérben Hughes-készülék. A leghátsó asztalon Morse-készülék. (Az Országos Hadtörténeti Múzeum Fotoarchívumából)



Hughes-betűnyomó távíró. 1868–1950 között üzemben volt. Postamúzeum, S'Gravenhage

Siemens–Halske gyorstávíró 1915–1935 között. Postamúzeum, S'Gravenhage



sokat ad. Ötféle jelkombináció lehetséges. Minden betű vagy jel leadásához hét áramimpulzus szükséges. Az első nyomán indul meg az adó- és a vevőgép forgó mozgása. Öt impulzus a jeleket adja, a hetedik leállítja a szerkezetet. Emlékezzünk Jakobi távírójára, ahol ugyancsak ötféle jelkombinációt alkalmaztak.

A távgépíró – a telex – előfizetői a posta központján át léphetnek egymással kapcsolatba. A gép az adott szöveget mindkét állomáson leírja, s így az ellenőrzés hibátlan. A szerkesztőségek géptávíróit időnként megnézik, milyen hírt hozott, és szükség esetén kiveszik a papírt a gépből. A mai híradó alakulatok híradó kocsijaiban mind a vezetékes, mind a rádiókészüléknél működik a géptávíró.

A géptávírókkal kapcsolatosan egy érdekes – a megszületésekor nem sejtett jelentőségű – technikai lehetőség is felmerült. A Pollák–Virág-féle távíróberendezéssel a táviratokat háromszor adták le, és 2:1 arányú logikai szűréssel a hibákat kiszűrték. Az óriási sebesség ezt a műveletet is lehetővé tette. A gyorstávírót már majdnem elfelejtették, amikor *Neumann János magyar matematikus* ugyanezt az elvet az elektronikus számítógépek egyes áramköreiben bekövetkező meghibásodások kiküszöbölésére felhasználta. Így a korszerű számítógéptechnika az eredetileg híradástechnikai „fogást" sikerrel alkalmazta.

A forró drót

1963-ban az újságok hírül adták, hogy Moszkva és Washingont között üzembe helyezték a „forró drótot", azt a géptávíró-vonalat, amely 24 órán át megszakítás nélkül működik, minden pillanatban felhasználható.

Az újságolvasók ugyancsak csodálkoztak, hogy elsőként milyen ostobának látszó szöveget táviratoztak: „A gyors barna róka átugorja a lusta kutyát."

A látszólag értelmetlen fogalmazásnak, így a távirat szövegének is megvolt az oka. A szöveg angolul így hangzik: „The quick brown fox jumps over the lazy dog". A szövegben ugyanis az angol nyelv valamennyi betűje megtalálható. Így a gép kipróbálásakor nem zongorázták végig az angol ábécét, hanem mondatot táviratoztak, hogy megállapítsák, ha Washingtonban „q"-t adnak, Moszkvában valóban „q" betűt ír-e a géptávíró.

A magyar nyelvben hasonló jó mondatot nehéz lenne fogalmazni. Amikor nálunk a posta a Creed-gépeket bevezette, egy szellemes távírász a következő mondatot javasolta: „Vizsgaaljuk meg Creed geepuenket jel hogy fut be". A gépnek *„á, ü" és „é"* betűje nem volt, ezért kellett „aa"-t, *„ee"*-t, *„ue"*-t stb. írni. Ez a mondat nemcsak jó, szellemes, hanem értelmes is volt, hiszen pontosan kifejezte, miről van szó.

KÁBELEK A TENGER ALATT

A XIX. század nagy technikai vállalkozásai során megépítették a Szuezi-csatornát, az Eiffel-tornyot, szabályozták a Tiszát. Óriás hidak, erőművek, mozdonyok, hajók épültek, vasúti sinek hálózták be a föld felületét, a hírközlés technikája pedig a gondolat sebességével vetekedett.

A nagy híradástechnikai vállalkozások sorában a legérdekesebb és a legjelentősebb a tenger alatti kábelek lefektetése. Történetük valóságos gazdasági és technikai regény.

Az angol *Wheatstone* és az amerikai *Morse* már 1840-ben, illetve 1842-ben kísérleteztek víz alatti kábelekkel. Morse a vezetéket ólomcsőbe zárta, és húsz kilométerre tudott táviratozni. Ez jó, de rendkívül drága felszerelés volt. 1846-ban jégzajlás tépte szét.

Siemens kábelsajtoló eljárása a kábeltechnikában nagy haladást jelentett. Guttapercha-sajtológépével 1846-ban jó minőségű kábelt készített, amelyet 1849-ben a „Princess Clermont" nevű gőzös fedélzetéről bocsátották a tengerbe. A három kilométer hosszú, súlyos vezetéket csupán kísérletként fektették le. A himbálódzó hajón nehezen tudták megállapítani, hogy az iránytű mikor lendül ki az áramlökéstől, és mikor a hajó bólogató mozgásától. Egy idő múltán azonban a távírászok megszokták a hajó mozgását.

A csatornakábel

A La Manche-csatorna alatti kábel első kísérlete két gazdag fantáziájú férfi nevéhez fűződik. *Jacob* és *John Brett* (mérnök és régiségkereskedő) az angol miniszterelnökhöz memorandumot nyújtott át azzal, hogy Londont a birodalom valamennyi részével kábelekkel kötik össze. Amikor írták, még nem tudták, mit jelent tenger alatti kábelt építeni.

Hangsúlyozták a távkábelek hallatlanul nagy politikai, gazdasági és katonai jelentőségét, és ígérték, hogy tervüket hamarosan megvalósítják.

1850 augusztusában a „Goliah" gőzös vitte a két méter átmérőjű, négy és fél méter széles kábeldobon a 46 kilométer hosszú vezetéket. Nyolc óra alatt érkeztek a francia part közelébe. Ekkor a betűnyomó távíróról kiderült, hogy nem használható, de a mágnestűs készülék jól működött. Az angliai állomás egy elhagyott istállóban, a francia pedig egy öltözőnek berendezett strandkocsiban települt. Megindult az üzenetváltás; több nagy napilap a „békekorszak" hírnökét látta a kábelben.

Amikor a lelkesedés tetőpontját érte, a hírváltás megszakadt. A kábel francia halászhajó horgonyába akadt. A franciák kiemelték, és elvágták. Látták a belül csillogó fémet, mi lehetne más, mint arany, ezért – semmit sem tartottak természetesebbnek – egy jó darabot kivágtak belőle. A vezetéket többé nem találták meg.

Ekkor már nyilvánvaló volt, hogy mélytengeri kábelt csak nagy szakítószilárdságú, jól szigetelt vezetékkel lehet építeni. *Thomas Crompton* angol vállalkozó dolgozta ki a négyeres, kátrányozott kenderrel és guttaperchával szigetelt, horgonyzott drótokkal „páncélozott" kábelek gyártási tech-

nológiáját. Kábelével sikerült az első víz alatti távíróvonalat megépíteni Anglia és Franciaország között.

A nagyobb szenzáció kedvéért a parton tűzijátékot rendeztek. Időnként a partról utasítást küldtek a hajóra, ahonnan a kábel egy másik erén áramot engedtek a parti tűzijáték gyutacsába. A műveletet „villamos ágyúzás"-nak mondták.

A viharos időben dülöngélő hajóról azonban túl gyorsan futott le a kábel, fékezése roppant nehéz volt. Végül is a part előtt a kábel elfogyott. Egyszerű guttapercha szigetelésű huzallal toldották meg. A kábelen először Viktória királynő és Wellington herceg – Napóleon legyőzője – kapott üdvözlő táviratot. A vállalkozás utolsó felvonásaként Doverben és Calais-ban dísztűz dördült fel oly módon, hogy a francia lövegeket Angliából, az angolokat Franciaországból, villamos árammal sütötték el.

*

A kábelépítés nehézségeit talán legjobban egy adat világítja meg. Az 1851. és 1860. évek között lefektetett mintegy ötven vonalból 1860-ra csupán húszat tudtak használni. A Siemens-cég által Pétervár és a kronstadti parancsnokság között épített kábel a legjobbak közül való volt, legtovább maradt üzemben.

Az első, kontinenseket átfogó kábel La Spezia hadikikötőjéből Korzikán és Szardínián át Afrikába vezetett; 1854–56 között épült. A hosszú vonalnak csupán egy kétszáz kilométeres szakasza haladt tengerfenéken, de ennek a darabnak fektetése is hallatlan izgalmakkal és nehézségekkel járt.

Az atlanti-kábel története külön regény: csupán megemlítjük.

A táviratozás sebességének növelése egyre fontosabb feladattá vált. A drága távkábeleket ugyanis csak akkor lehetett jól kihasználni, ha a forgalom gyorsul. Egyelőre azonban percenként 150 betűjelnél többet nem tudtak továbbítani. A határt nem az emberi teljesítőképesség, hanem a kábel villamos tulajdonságai szabták meg.

Oliver Heaviside, angol fizikus 1887-ben az akkori távkábelek tanulmányozása során ajánlotta, hogy a vezeték „induktivitását" növeljék; ezt később *Krarup* dán és *Pupin* szerb mérnök oldotta meg.

Krarup a vezetőeret vékony, lágyvas dróttal betekercselte, így növelte meg az induktivitást. Ezt az eljárást „krarupozásnak" nevezték el.

Ismertebb *Michael Idvorsky Pupin* módszere, aki 1899-ben az ismert „pupin-csévét" konstruálta. Pupin eljárásának lényege, hogy a kábelbe 1–2 kilométerenként tekercseket iktatott. Ez megjavította a kábel villamos tulajdonságait. Minthogy azonban a hosszú tengeri kábeleknek a csévével való ismételt megszakítása – helyesebben a csévék közbeiktatása – kezdetben sokféle nehézséget okozott, azért a tengeri kábeleket inkább „krarupozták". A pupin-csévét pedig szárazföldi távkábelek és hosszú légkábelek villamos tulajdonságainak javítására használták.

Pupin kis szerbiai faluban, szegényparasztgyerekként született; 15 éves korában – 1874-ben Amerikába vándorolt ki. Itt az életet 5 centtel a zsebében kezdte meg. Sok munka, nélkülözés és nem kevés tanulás után bekerült a Columbia Egyetemre; itt matematikát, fizikát tanult. Később Cambridge-ben és Berlinben tanult, majd visszakerült a Columbia Egyetemre, de most már tanárként. 25 évig professzorkodott. Legismertebb találmánya a pupin-cséve.

A kábeltechnikában a különleges ötvözésű anyagok megjelenése hozta a lényeges előrehaladást. 1910-ben Anglia és Franciaország között „pupinozott kábelt" fektettek, de már telefon céljaira; ugyanitt egy krarupozott kábelt távírásra használtak. 1924-ben finom, vékony, jó mágneses tulajdonságú „permaloy" szalaggal krarupozott kábelt fektettek az Atlanti-óceán fenekére, amelyen bár egyirányú táviratozás folyt, de a sebességet az eddigi ötszörösére emelték.

A harmincas években az addig egyeduralkodó guttapercha helyébe a polietilén műgyanta lépett. Mechanikai, kémiai, villamos tulajdonságai igen jók, olcsó és bárhol gyártható.

Az utolsó, kifejezetten távírásra szolgáló kábelt 1924-ben fektették. A középen húzódó rézhuzalt „mumetal" nevű ötvözetből készült szalaggal csavarták be. A vezetéken egyidőben két irányban, egy-egy csatornán 5–5 táviratot percenként 50 szó sebességgel lehetett adni.

Szakadnak a kábelek

Az első kábelfektető hajók személyzetének mérhetetlenül sok gondot okozott, hogy a kábelek gyakran elszakadtak. A kor technológiája nem tette lehetővé, hogy olyan erősre készítsék őket, hogy a jéghegy, a bálna, a halászhajó horgonya vagy a földrengés el ne szakítsa. A háborúkról nem is szólva, amikor végképp rossz idők járták a kábelekre.

1914. augusztus 4-én éjfélkor Berlinben az ügyeletes távírász feladta Londonba a nap utolsó táviratát, és nagyot sóhajtva még lekopogta a GN jelet. (Good Night = jó éjszakát). Ez az éjszaka négy évig tartott, mert másnap meg-

kezdődött az ellenségeskedés, és a hadviselő felek ott vágták, szakították egymás kábeleit, ahol érték. A távírászoknak is bőven kijutott a háborús kalandokból.

A Fanning-szigeten levő angol távíróállomást például egy német hajó szétlőtte, majd a kábelvéget bevonszolta a tengerbe és leengedte a mélybe. Az „Emden" német cirkáló a Kókusz-szigeteken levő távíróállomás megtámadására készült. A szikratávírón odahívott angol hadihajó megjelenésére az „Emden" sietve „elgőzölt".

Elsüllyedt hadihajók és kereskedelmi gőzösök gyakran feküdtek rá a kábelre, de a hadiesemények során maguk a kábelhajók is egymás után kerültek a tengerfenékre. Ez nagy bajt okozott, mert a megmaradt kábelek kijavítása, gondozása ugyancsak sürgős feladat volt. A szikratávíró nagy távolságra akkoriban még bizonytalanul működött, és titkosságról sem lehetett szó.

A háború elmúltával évekbe telt, amíg a kábeleket rendbehozták. Sokat nem találtak meg, helyettük újat kellett fektetni. Nem egyet közülük a kábelben található rézért emeltek ki a tenger fenekéről.

A kábelek javítását megelőzően meg kellett határozni, hogy a szakadás hol történt. Az egész atlanti-kábelt mégsem szedhették fel egyetlen szigeteléshiba vagy szakadás miatt. De erre nem is volt szükség. A szakadás helyének megállapítása sokkal egyszerűbb, mint gondolnánk.

A kábel teljes ellenállását a műszaki személyzet pontosan ismeri. Ha kábel elszakad, vagy zárlatossá válik, az ellenállás csökken. Ez mindkét végén megállapítható. Így a távolság ismeretében térképen kijelölhető, hol történt a szakadás, és ennek alapján a tengeren cirkáló kábelhajót rádión értesítik, hol keresse a bajt. Amíg rádió nem volt, addig a kábelhajó abból a kikötőből futott ki, amely közelebb esett a szakadáshoz.

A kábelhajó vonóhoroggal megkeresi a fenéken levő

kábelt, majd felhúzva, végigtapogatják, megkeresik a végét, bóját tesznek rá, utána megkeresik a másik végét. Az elöregedett kábeleket elvágják, a véget bójára kötik, majd az új darabot fektetik.

A második világháború a földrengésnél is nagyobb rombolást végzett a kábelekben. Alig indult meg az ellenségeskedés, Olaszország – 1940-ben – megszakította a Földközi-tengerben levő kábeleket, s így Anglia Indiával, a Távol-Kelettel csak Afrika megkerülésével tudott szót váltani. 1942-ben Japán hadba lépésekor a délkelet-ázsiai és távol-keleti kábelek estek ki a forgalomból. Az „Emden" gőzös által az első világháborúban megtámadott Kókusz-szigeten levő állomást ezúttal a japán hadihajók lőtték szét, de a kábelt titokban másutt felszínre húzták és tovább használták.

A Sárga-tengeren angol könnyűbúvár tengerészek a Japánt és a kontinensen operáló japán alakulatok összeköttetését biztosító kábelt akarták megszakítani. Észrevették őket, egy részüket tűzharccal leküzdötték, a sebesülteket fogságba ejtették. A japánok nem mint katonákkal, hanem mint kémekkel bántak velük. A hadbíróság valamennyiüket halálra ítélte, és pár héttel a kapituláció előtt nyilvánosan lefejezték őket.

A „MESSZESZÓLÓ"

A telefon eredete

A kanadai Baddeck városkában rendkívül érdekes múzeum vonzza a látogatókat. A háromszög alakú elemekből álló, modern vonalú, csupaüveg épületben készülékek, műszerek, rajzok, fényképek, légcsavarok, repülőgép- és hajómodellek kötik le a látogató figyelmét. Egyszerű lakószobát is találunk könyvszekrénnyel, néhány bútorral. Itt élt valamikor Bell, az a férfi, akinek tiszteletére, emlékére a múzeumot építették és berendezték.

*

Alexander Graham Bell (1847–1922) skóciai származású, de életének nagyobb részét az Egyesült Államokban és Kanadában töltötte. Fiatal korában a süketnémák tanításával foglalkozott. Egy sor technikai újítás kigondolója volt. Az ő nevéhez fűződik a telefon feltalálása.

1860-ban egy *Reis* nevű német tanító, „zenei telefont" készített. A készülék fadobozának egyik oldalnyílására rugalmas hártya feszült. Szögemelő útján árammegszakító csatlakozott hozzá. A beszéd hatására a hártya rezgésbe jött, és a csatlakozó vezetékben áramingadozás keletkezett. Az ingadozó – változó erősségű – áram a túlsó állomás

tömör vasmagos tekercsében „zenei hangot" váltott ki. Ha a dobozba beénekeltek, a túlsó állomáson fel lehetett ismerni a dallamot.

A korabeli magyar szaknyelv azt a készüléket, amelybe bebeszéltek, „áttevőnek", ahol hallgatták, „átvevőnek" mondta. Később ezek az erőltetett „magyarított" kifejezések kikoptak a használatból, ugyanúgy, mint a „szókiejtő" vagy a „beszélő-telefon". A telefonkönyvet azonban hivatalosan napjainkban is „távbeszélő névsor"-nak nevezik.

Elisha Gray amerikai feltaláló is sokféle készülékkel kísérletezett. Folyadékfelszínre beszélt, és a bekapcsolt áramkört a folyadék rezgése befolyásolta. A találmány szellemesnek, sokat ígérőnek látszott, több mint ötven tudományos cikket írtak róla addig, amíg találmányként be nem jelentette. Az történt ugyanis, hogy amikor Gray bejelentette szabadalmi igényét, legnagyobb bosszúságára, közölték vele, hogy Bell már megelőzte.

Akárhogyan is történt, 1876. február 15-én az amerikai Salem városában Bell elsőként jelentette be a szabadalmi igényét a telefonra. Nem elégedett meg a bejelentéssel – mint ez a találmányok történetében oly gyakori –, hanem sok-sok kísérlet, fáradozás, utánjárás, szervezés során közkinccsé is tette.

Az amerikai „Smithsonian Institution" kutatói Bell rajzai, feljegyzései, leírásai és modelljei alapján feltárták a telefon korai történetét.

A telefon kezdeti időszakában Bell és mások is kétfajta módszerrel kísérleteztek. Az egyiknél az áramkörön az ellenállást az emberi hang segítségével befolyásolják – modulálják –, a másik módszernél a hallgatót a hangenergiával, indukció útján keltett áramokkal szólaltatják meg. Bell telefonja indukciós.

Az 1876. március 10-én bemutatott készülékekben a vázlat szerinti csészében levő víz felett doboz van, ezt alul ru-

galmas membrán zárja le. A membránt és a középen hozzá csatlakozó tűt áramkörbe iktatták. A tű vízbe ért. A galvántelep áramkörébe egy elektromágnest kapcsoltak, amely rugalmas lemezt húzott magához, illetve engedett el.

A beszéd hatására a membrán rezegni kezdett, a tű jobban vagy kevésbé nyomult a vízbe, így ellenállása a beszéd hatására változott. Az áramkörben levő elektromágnes, a tű és a víz együttesen változó ellenállása következtében rezgésbe hozta a rugalmas lemezt, amely visszaadta az emberi hangot. A leírás nem említi, de bizonyára savanyított vagy sósvizet használtak, hiszen a tiszta víz nem vezet.

Érdemes már itt elmondani, hogy ez az első módszer – a változó ellenállás – rövidesen újból bevonult a telefontechnikába, amikor Hughes, Edison, Berliner és mások a szénmikrofont beiktatták. Előbb azonban a Bell-féle indukciós telefonnak még jókora utat kellett megtennie.

Híressé vált Bell üzenete, amelyet 1876. március 9-én adott le a folyadékos telefonon. Így elhangzott „Mister Watson come here, I want you". (Watson úr, jöjjön, látni óhajtom.)

Bell az indukciós telefont ugyancsak 1876-ban mutatta be, de első látványos szereplése egy évvel később, 1877. február 12-én következett be. Salem és Boston között mintegy 30 kilométer hosszú vonalon zajlott le a kísérlet.

Az indukciós telefon kialakulásának története részleteiben nem ismeretes. A rugalmas lemezt – amelyre rábeszéltek – Bell dróttekercs felett alkalmazta. Kivitele a következő volt. Lágyvasmagos tekercs előtt rugalmas lemez feszült. A tekercs két vége a túlsó állomás dróttekercséhez csatlakozott. Ennek szerkezete pontosan azonos volt az előbbiével. Ha az egyik állomás membránjára rábeszéltek, a rezgő acéllemez a tekercsben váltakozó erősségű áramot indukált. A parányi áramingadozást a túlsó tekercs előtt levő membrán jelezte – hangot adott.

A „Scientific American" című népszerű amerikai folyóirat 1877. márciusi számában megtalálható a Salem és Boston közötti beszélgetés képe.

Még a nagyközönség számára rendezett bemutató előtt, 1876 júniusában, a philadelphiai kiállításon bemutatták Bell eszközeit. Itt történt, hogy a mexikói császár rábeszélt a telefonra.

– Lenni vagy nem lenni – idézte a császár Hamletet.

– Jól megismerhető Felséged hangja – kiáltotta egyik talpnyalója.

– Hát még ha azt is meg lehet majd érteni, amit belebeszéltek – mondta a császár őszintén.

És igaza volt, hiszen a kezdeti telefon bizony elég gyatrán adta vissza a hangot. De visszaadta, és egyelőre ez volt a fontos.

A korabeli telefonokat több kiállításon bemutatták. Így a philadelphiai kiállítás „telepes telefonjának" szerkezete két vízszintesen elhelyezett vasmagos tekercsből és az előttük rögzített membránból állott.

Mindkét állomás kivitele megegyezett. Az állomásokat a rövid távolságon kettős vezeték kötötte össze. Nagyobb távolságon az egyiket földelték; a vezetékbe galvánelemet iktattak. Ez volt az a készülék, amelyet *William Thomson* a világhírneves angol fizikus és feltaláló „a csodák csodájának" nevezett.

Bell egy visszaemlékezésében így mondja el a Thomas Watsonnal folytatott első „telefonos áttétel" történetét (Amadée Guillemin: A mágnesség és elektromosság. Budapest, Természettudományi Társulat kiadása. 1885. 606. old.)

„... a két készülék egyike Bostonban az egyetem egyik tanácskozó épületében, a másik a szomszédos épület földszintje alatt volt elhelyezve. Tanítványaim egyike az utóbbi készüléket figyelte, én pedig a másikat. Mily nagy volt az öröm, midőn kiejtvén eme szavakat: érti, amit mondok?

Én magam hallhattam meg a készüléken át a következő feleletet. Igen, tökéletesen értem. Persze – folytatja Bell – a szavak kiejtése nem volt tökéletes, s csak feszült figyelemmel különböztethettem meg a felelet szavait, mindazonáltal a szavak kiejtése megvolt, s úgy vélekedhettem, hogy tisztaságuk hiányát csakis a készülék tökéletlenségének kell betudni . . ."

A készülék hallgatóját nagy fogantyúra ráerősítették. Ilyen telefont több városban felszereltek. Győrött például a tűzoltóság épületét ilyen telefonok kötötték össze a vagongyárral és a „Tűztorony" épületével, ahonnan tűzőr figyelte a várost.

Ahogy a szerkezet alkatrészei finomabbá váltak, feltalálták a mikrofont, és a galvántelep is a berendezés állandó alkatrészévé vált.

A telefon történetének egyik kiváló kutatója – és szemtanúja –, *Du Moncel* francia fizikus a telefonról könyvet is írt. Ebben elmondja, hogy a hadsereg már a kezdeti időben élénken érdeklődött az új találmány iránt. Idézi *De Champvallier* ezredes levelét. A jeles katona kifejti, hogy „a még kezdetleges telefonnak is milyen jó hasznát vették." (Guillemin id. m. 611. old.)

„Ön – Monsieur Du Moncel – talán tudja, hogy a clermonti tüzériskola folyvást használja a Bell-féle telefont és pedig nem csupán a lövő gyakorlatok alkalmával, hanem még a hivatali helyiségem s a 15 kilométernyire levő lövőtér közötti közlekedésre is. Több mint egy éve, hogy ez a telefonvonal be van rendezve s az összeköttetés soha, még csak egy pillanatra sem szakadt meg. Halkan beszélünk, s telefonjainkat mindenki különbség nélkül használja anélkül, hogy valaha a vele közlekedő félnek csak egy szavát is elejtenénk. A beszéd s ennek megértése oly könnyű, hogy a tél folyamán egy altiszt mindennap reggel két oldalt diktált annak az eléggé képzetlen tüzérnek, aki állomá-

sunkat 1000 méternyi magasságban őrzi: ez a tüzér minden szót kibetűzött, s ilyeténképpen sikeresen lehetett neki adni helyesírási, sőt kiejtésbeli leckéket is. De a diktálás és az ismétlés soha sem vesz egy félóránál többet igénybe, ami éppen annyi idő, mint amennyi ugyan e műveletek számára megkívántatnék, ha a tanító s a tanítvány ugyanabban a szobában volna."

A Bell-féle telefon beszélőkészülékének tekercsében indukált gyenge áram nem tette lehetővé a nagyobb távolságra való beszélgetést. Így alakult ki az az elképzelés, hogy vissza kell térni az eredeti gondolatra, vagyis az „áttevéshez" szükséges áramot nem a hangenergiával kell a „felvevőben" kelteni, hanem telepet kell közbeiktatni. A hang csupán a telep áramának vezérlésére, „modulálására" szolgáljon úgy, mint az első, „folyadékkal és tűvel" működő készülékben. A tűnek a folyadékfelülettel való érintkezése azonban elkerülhetetlen szikrázással járt, ez pedig hangtorzulást okozott. Új „moduláló készüléket" kellett kitalálni. Hamarosan meg is jelent a mikrofon mint a telefontechnika egyik legfontosabb alkotása. Mi a lényege?

Az elektromos áramot jól vezető szénpálcák egymásra téve alig vezetik az áramot, de ha a két pálcát összenyomják, az érintkezési ponton jól vezető „híd" képződik. Ha az összenyomás hangenergiával – hanghullámokkal – történik, a szénszemcsék közötti változó ellenállás alkalmassá válhat telefonban a hangfelvételre. Hughes gondolt rá először, és Edison alkalmazta világméretekben. Mondhatjuk, hogy a mikrofon kidolgozásával Edison „állította talpra" a telefont. Huzamos használat esetén a szén „összesül"; ilyenkor ütögetéssel szétrázzák.

Thomas Alva Edison (1847–1931), a fonográf, a mikrofon, a szénszálas izzólámpa, a vas–nikkel akkumulátor megalkotója találta fel az elektromágneses ércosztályozást. A „Edison-effektus" felismerésével utat nyitott az elektron-

csövek felé. Több száz találmánya volt, de nemcsak jeles feltaláló, hanem kíméletlen üzletember is volt. Érdemei mégis elvitathatatlanok.

Edison első szénmikrofonjában két vékony platinalemez közé zárt, sajtolt lámpakoromból készült korongocskát használt. A szénlemez – ha áramkörbe kapcsolták – ellenállását a beszédnek megfelelően változtatta. Ugyanakkor a hallgatókészülék (a „kagyló") elektromágnesében a változó áramerősség lágyvas lemezt hozott rezgésbe, így hang keletkezett.

A telefon fejlődése során azt is felismerték, hogy a különböző távolságban levő állomások eltérő hangerővel jelentkeznek. Egyik oka nyilván a vezeték ellenállása – az áram gyengülése – volt. Ezért a vezetéket vastag drótból készítették. A Bécsből Zimonyba vezető híres „császárvonalat" 10 mm vastag tömör vörösréz huzal képezte. (Ferenc József egyébként nem állhatta a telefont, nem is engedte meg szobájában felszerelni.)

A fejlődés következő lépéseként a mikrofont nem közvetlenül, hanem transzformátor segítségével kapcsolták a vonalra. A mikrofonáram a transzformátor vastag menetű primértekercsébe jut, és a vékony, sokmenetű szekundér tekercsben nagyfeszültségű áramot indukál. Az így „feltranszformált" áram kerül a vezetékbe. Amíg az első Bell-féle telefonokban az energiaforrás az emberi hang volt, itt a hang csupán a telep által adott áramerősség szabályozására – vezérlésére – szolgált.

Már Bell idejében kísérleteztek a vezeték nélküli telefonálással. *A. I. Collins* angol feltaláló földbe ásott fémernyőt kötött össze a mikrofon szekundér tekercsével. Alkotója sokat remélt a „földtelefon"-tól, de kísérletei nem sikerültek.

Ez a találmány számunkra azért érdekes, mert *Palik Ferenc* magyar ifjúsági regényíró 1910-ben *Attila sírja* című

tudományos-fantasztikus regényében leírta a földtelefont. Kifejlesztésével ma is intenzíven foglalkoznak.

A sok technikai újítás kigondolója, Bell, akiről már egyet s mást elmondtunk, eredeti gondolattal, az emberi beszédnek fény útján való továbbításával is foglalkozott. Készülékét photophone-nak nevezte. A szelénnek azon a tulajdonságán alapult, hogy ez az elem a fény hatására ellenállását megváltoztatja. A sötétbe zárt szelén szigetelőként viselkedik, fény hatására pedig vezetővé válik. Ezt a tulajdonságát úgy fedezték fel, hogy a kábelállomások galvánelemében szelén is volt, s a telep akkor működött, ha a szekrényajtót kinyitották. Ha – okoskodott Bell – a szelén a reá eső fényt hanggal „modulálja", akkor a szelénnek ez a változó ellenállása az áramkörbe kapcsolt távolabbi telefonkészülékben hangot kelt.

A fényt a parabolikus tükörrel vetítette, a mikrofont a fényvetítő izzólámpájának áramkörébe kapcsolta. Ha rábeszéltek, az áramkörben – a hangnak megfelelően – feszültségingadozás keletkezett. A felvevőállomás parabolikus tükre felfogta az adóállomás fényvetítőjének fénynyalábját, és a gyújtópontban elhelyezett szeléncella a fényingadozásnak megfelelően megváltoztatta ellenállását, s a telefon megszólalt.

Amikor Bell készülékét összeállította, kiderült, hogy a szelén túlságosan „lusta", nagy a tehetetlensége, ezért beszéd közvetítésére kevésbé alkalmas, de jeleket jól lehet közvetíteni vele. Igaz, a jelek adásához a fény elegendő, nem szükséges hanggá átalakítani. Legfeljebb olyan esetekben, amikor is a távírász lent az erődítményben dolgozik, és a fent elhelyezett tükör fogja fel a távolabbi erőd vagy parancsnokság fényjeleit. Olyanokat, amelyeket az ellenséges tűz miatt közvetlenül nem lehet leolvasni, de a telefondrót a jelzést hang alakjában az óvóhelyre leviszi.

A fénytelefont évtizedek múltán, a fotocella feltalálása

Caselli-féle pantelegraph a párizsi technikatörténeti múzeumban

A „Goliah" gőzös az első kabelt lefekteti a La Manche-csatornában. (Egykorú újságrajz)

Svéd tábori telefon 1887-ből. (Stockholmi hadimúzeum)

Magyar távbeszélő-állomás telepítése. Dél-Tirolban, az első világháború idején. (Az Országos Hadtörténeti Múzeum Fotoarchívumából)

Magyar telefonista 1917.
(Az Országos Hadtörténeti Múzeum Fotoarchívumából)

Osztrák–magyar ezred távbeszelő-központ az első világháborúban.
(Az Országos Hadtörténeti Múzeum Fotoarchívumából)

Távbeszélő tudakozó szolgálat. A telefonkönyv adatait mikrofilmről olvassák le

A „vörös telefonista"
rákapcsol a tábori vezetékre. A földbe szúrt szuronyhoz csatlakozik a földelés. (Az Országos Hadtörténeti Múzeum Fotoarchívumából)

után oldották meg maradéktalanul, és ma is használják. Elsősorban a haditengerészetnél. A rádióval szemben a fokozott titkosság a legfőbb előnye.

Bell feltalálói géniuszát a híradástechnika tiszteli. Az ő nevét viseli a teljesítmény-, az áram- és feszültségviszonyok aránya. Tizedrészét „decibel" elnevezéssel használják.

Bell nevét az amerikai telefontársaság, s annak nagy kutatólaboratóriuma, valamint a kanadai híradástechnikai múzeum is viseli.

A telefonhírmondó

Ma már kevesen emlékeznek a budapesti telefonhírmondóra, amely pedig a maga idejében óriási technikai szenzációnak számított. *Puskás Tivadar* találmánya volt, és a rádió előfutárának tekinthető. Központi stúdiójában előadások, zenekari hangversenyek hangzottak el; közvetített az operából, a színházakból. Az előfizetők a lakásukban felszerelt fejhallgatóval élvezték a műsort. Puskás 1839-ben alapította meg a „Budapesti Telefonhírmondó Társaságot". Eleinte sok technikai nehézséggel kellett megküzdenie. A mikrofonok ellenállás-változásainak a több ezer fejhallgatóban kellemes muzsikaként, élvezhető előadásként kellett jelentkeznie. Külön nehézséget jelentett a vezetékek elhelyezése. Ezen a téren nem a műszaki akadályok voltak nagyok, hanem „a háziurak" ellenállása, akik nem szívesen egyeztek bele házaik „elcsúfításába".

A telefonhírmondó jól működött, hangtisztasága miatt még a rádió elterjedésének első évtizedében is tartotta magát. Később a rádió és a vezetékes rádió kiszorította.

Telefon a cári Oroszországban

A telefont Oroszországban feltalálása után azonnal alkalmazták. Több kiváló orosz híradástechnikus fáradozott fejlesztésével.

M. Mahalszkij 1878-ban a beszédhang jobb felvételére szénporos mikrofont készített. Felismerte, hogy a nem teljesen rideg, némileg plasztikus, egyébként jól vezető szén pora sokkal jobban kihasználható ellenállás, és inkább alkalmas az áramkör „modulálására", mint „a tű és a folyadék" összeállítás.

A telefont 1878-ban – bár csak kísérleti jelleggel – az orosz hadseregben is alkalmazták. Az év őszi hadgyakorlatán a II. gárdahadosztály kötelékében több telefonos alakulat működött, és tevékenységükkel a vezérkar meg volt elégedve. Érdekes, hogy a hadgyakorlat elmúltával – az akkor már kifogástalanul működő távíróval szemben – a meglehetősen kezdetleges telefont többen alkalmatlannak tartották hadseregben való felhasználásra. Pedig a hírek szerint az angol hadseregben sikeres kísérletek folytak a Bell-féle mágneses telefonnal. Az angolok ebben az időben már több távbeszélő alakulatot szerveztek, és ezek fenn is maradtak.

1880-ban *R. R. Vregyen* orosz feltaláló szabadalmat kért az általa „fonofornak" nevezett mikrofonra; 1883-ban a távíróvezetékeknek az erősáramú vezetékkel való érintkezésekor bekövetkező balesetek elhárítására önműködő védőkészüléket talált fel.

Oroszországban a telefonkészülékek gyártása korán megkezdődött. *P. M. Golubickij* mérnök Tarusza városban műhelyt rendezett be telefonkészülékek sorozatgyártására. 1880-ban mikrofonra és hívókészülékre kapott szabadalmat. Több állomás egymás közti kapcsolatának létrehozá-

sára telefonközpontot tervezett. A központ már nem mágneses, hanem mikrofonos telefonokat kapcsolt össze.

1880 – a telefon oroszországi történetének igen mozgalmas éve. *J. V. Oborovics* (foglalkozása orvos) feltalálta a „termomikrofont", amely érzékenységével az addig használt mikrofonokat felülmúlta. 1885-ben, ugyanő a pétervári elektrotechnikai kiállításon hangosan beszélő telefont – hangszórót – állított ki.

Ugyancsak 1885-ben *G. G. Ignatyev* távíróvezetékre kapcsolható telefonkészüléket mutatott be a szakértő közönségnek.

1887-ben *J. I. Gvozgyev* kondenzátorok alkalmazásával megoldotta a távíróvezetéken való egyidejű táviratozás és telefonálás problémáját. Tervei szerint 1893-ban épült meg az Ogyessza–Nyikolajev, majd 1895-ben a Rosztov–Taganrog közötti telefonvonal.

A távíró és telefon egyidejű használatával mások is foglalkoztak. Így *A. Sz. Sztolbovszkij*, 1884-ben a vasúti forgalmi távírókészülékbe épített indukciós tekercsek és kondenzátorok segítségével lehetővé tette a táviratozással egyidejű távbeszélő-forgalmat is.

1896–1903 esztendőkben *J. V. Kolbaszjev* kapitány a kronstadti kikötőben újszerű telefonkészülékével a mélyben dolgozó búvárokkal teremtett és tartott fenn kapcsolatot. A hadihajókon az addig használt hallójáratok helyett ő alkalmazott először telefont az ütegek és a megfigyelőtorony, valamint a parancsnoki híd és a gépház között.

1896–1889 között *V. M. Nagorszkij* hangosan hívó telefont, a beszéd feljegyzésére szolgáló fonográfot és zenét közvetítő „elektroszinfoniont" készített. Megtervezte a Pétervár–Kronstadt, valamint a Pétervár–Moszkva közötti vonalakat. 1892–1895 között *F. J. Baljukovics* a telefonvezetékre kapcsolt vasúti jelzőberendezések rendszerét dolgozta ki. Folytatta Gvozgyev munkáját, tökéletesítette

a hangosan beszélő telefont; a hangos hívás megoldására különleges transzformátort dolgozott ki.

1887-ben *K. A. Moszcickij* mérnök automata telefonközpontot mutatott be a szakértőknek, amely a központra kapcsolt állomásokat önműködően kötötte össze.

M. F. Frejdenberg és *Sz. M. Bergyicsevszkij* automata központja már angol szabadalmat is kapott. 1896-ban Frejdenberg kidolgozta a csoportos előválasztó rendszert, és készülékeire amerikai szabadalmat is szerzett. Ezek az automata központok akkor azért nem terjedhettek el, mert a kis számú előfizetőt néhány kezelő minden nehézség nélkül kiszolgálhatta, és a kézi kapcsolás az igényeknek tökéletesen megfelelt. Az automata központokat csak az előfizetők számának rohamos növekedése tette szükségessé, nélkülözhetetlenné.

Telefonközpont régen és ma

Kezdetben ahhoz, hogy a felek beszélni tudjanak egymással, elégséges volt két telefonállomást vezetékkel összekötni.

Több állomás tetszés szerinti kapcsolata a telefonközponton át létesíthető. Az első műszakilag kifogástalan, üzemképes telefonközpontot magyar ember, *Puskás Tivadar* (1845–1893) találta fel és rendezte be 1879-ben.

Az első budapesti telefonközpont egy magánlakásban kezdte meg működését huszonöt előfizetővel. (A londoninak sem volt ötvennél több előfizetője, a berlininek pedig kilencvennégy.) A budapesti „messzeszóló kapcsoló", vagyis a telefonközpont május 1-én kezdte meg működését; Matkovits Júlia „telefonos kisasszony" kapcsolt. A „hivatal"-

ban állva dolgozott, és mivel nagyon kellemes hangja volt, sok szerelmes levelet kapott.

A telefont 118 előfizetővel 1889-ben vették állami kezelésbe.

A telefont megismerve, egyre több és több lakásba, irodába, hivatalba vezették be, és ötven évvel ezelőtt jósolgatni kezdték, hogy egykor eljön az idő, amikor minden családnak lesz telefonja.

A szakemberek „felelősségük teljes tudatában" azonnal szót emeltek a felelőtlen tervezgetés ellen. A rendszer sok millió előfizetőjével önmagában összeomlana. Honnan vennek annyi „operátort", azaz kezelőnőt, aki a szolgálatot elláthatná. Azonkívül a telefonközpontok számára óriási épületeket kellene emelni stb.

A szakembereknek annyiban igazuk volt, hogy kézi úton valóban nem lehetne a sok millió telefonállomást kapcsolni; a kapcsolást tehát automatizálni kellett. Láttuk, Oroszországban már a múlt században felvetődött a gondolat, de az idő még nem érett meg rá.

A telefonközpontok kialakításával már ebben az időben világszerte foglalkoztak, elsősorban ott, ahol a legtöbb állomás működött. A két háború idején azonban a katonai híradástechnikai feladatok kerültek előtérbe.

Az automata központ legfőbb előnye, hogy nincs szükség a központ emberekkel történő kiszolgálására, maga az előfizető kapcsol. A készülék mechanizmusából csak a számtárcsa látható. A készülék az elforgatott tárcsa visszafelé menetében kapcsol. A számtárcsa tengelyt forgat; ha 1-et tárcsázunk, egyet, 2-nél kettőt fordul a tengely. A központ ebben az ún. „rotary-rendszerben" jelfogók, vonalválasztók stb. segítségével működik. Az elnevezés a körforgó alkatrészekre utal.

Az ún. „cross-bar", más néven keresztrudas rendszerben egymásra nyomódó rudak hozzák létre a kapcsolást. Ezzel

a rendszerrel a kapcsolás sokkal gyorsabban valósul meg, mint a rotaryban, és lényegesen kevesebb helyet foglal el. Jelenleg a legmodernebbnek tartott „Rural-rendszer" mozgó alkatrészek nélkül, csupán elektronikus úton kapcsol.

A telefonközpont tudakozó irodájában az előfizetők neve, lakása, telefonszáma stb. könyvekből olvashatók ki. A technika itt is tért hódít. Az előfizetők adatait mikrofilmre veszik, és a filmleolvasó pult előtt ülő kezelőnő pillanatok alatt kivetítve látja a szükséges adatokat. Tapasztalat szerint a mikrofilmes adattárolás segítségével a tudakozódás-informálás ideje az eddigi módszerekhez viszonyítva egyhatodára csökken.

A telefonnak 1937-ben az egész világon 40 millió előfizetője volt. 1953-ban már 85 millió, 1963-ban pedig 160 millió. Könyvünk írása idején a világ telefon-előfizetőinek száma 200 millió körül mozog.

Magyarország távközlési – híradástechnikai – ipara világhírű. A Beloiannisz-gyár telefonközpontjainak 70 százalékát külföldön adjuk el. A zuglói központban a nemzetközi szabványok által megengedett 1 százalék helyett a mellékapcsolások aránya csupán 0,4 százalék.

A korszerűnek tartott tárcsás hívás napjainkban már lassúnak tűnik. Az új nyomógombos rendszerben a telefonkészüléken számjelek láthatók; billentyűik lenyomása hozza létre a kapcsolást. Ha valamely számot gyakran kell hívnunk, a jövőben elégséges lesz csupán két számot (ez felel meg hat számjegy „kód"-jának) hívnunk, és a készülék memóriaegysége adja, illetve irányítja a kapcsolást.

Megvalósulás küszöbén áll a mellékállomás hívásának lehetősége is. Ha például egy gyár központját hívjuk fel, nem kell megvárnunk a központi jelentkezést, hanem további számok tárcsázásával (billentyűinek megnyomásával) a mellékállomás is „bejön".

A készülék memóriaegysége feljegyezheti a hívó fél szá-

mát. Ha elmegyünk hazulról és eközben keresnek minket, az emlékezőközpont feljegyzi a hívó fél számát, és ha megjöttünk, tudjuk, kit kell visszahívnunk.

Sok helyen működik már a telefonhoz kapcsolt magnetofon. A beszélgetéseket mindkét fél részére szalagra veszi. Erre üzleti megállapodások rögzítésénél, a felelősség megállapításakor (például vonatindítás) stb. szükség lehet.

Van már olyan készülék is, amely ha a felhívott fél mással beszél, a hívottnál kopogással jelzi, hogy keresik, ideje lenne a folyamatban levő beszélgetést lezárni. Ha a beszélgetést nem hagyják abba, a készülék feljegyzi az előbb hiába keresett számot is, s rövid idő múltán ismét hívja.

Sok helyütt használják már a hangszórós-mikrofonos telefont is. Elég ha az asztalon egy gombot megnyomunk, nem kell kagylóba beszélnünk, és hallgatót fülünkre tennünk. Partnerünkkel ezek nélkül is hangosan beszélhetünk.

Telefonon egyidejűleg egész sor előfizetőt lehet felhívni, úgy, hogy valamennyi „vonalban" marad, tehát értekezletet is lehet tartani.

A „Picturephone"-on, más néven televíziós telefonon a felek látják egymást. Napjainkban néhány ilyen vonal már működik. Egyelőre a „zártláncú tv" külön érpárt igényel, ezért drága, de aligha kétséges, hogy néhány évtized múltán általánossá válik.

Kidolgozás alatt áll olyan készülék is, amely ha lakásunktól távol vagyunk, előre meghatározott időpontban felhívja a kívánt számot, és magnóról bemondja az üzenetet, amelyet mi magunk nem tudtunk megtenni.

Bizonyára távolabbi jövő feladata az olyan telefon megalkotása, amelyen majd az egymás nyelvét nem beszélő partnerek is társaloghatnak, közbeiktatott fordítógép segítségével.

Rendkívül szellemes az ún. időbeosztásos rendszerű központ. Ennél egyetlen érpárra 250 előfizetőt kapcsolnak.

Egy elektronikus központ az állomások felé másodpercenként tízezerszer „nyit kaput". Ez olyan rövid idő, hogy ha mind a 250 előfizető egyszerre beszél, nem zavarják egymást. Persze a hívott fél állomásának „kapuja" tízezred másodpercnyi pontossággal úgy kell nyisson, ahogyan a túlsó állomás. A megvalósulás elvileg megoldott, de az elektronikus berendezések magas ára a kivitelezést késlelteti, azonkívül üzembiztonsága sem száz százalékos egyelőre. Sok alkatrészt kettőzve kell majd a készülékben elhelyezni, hogy a meghibásodás ne zavarjon.

Az ilyen és a hasonló, a távolabbi jövőt szolgáló kutatásokkal világszerte, így hazánkban is sokat foglalkoznak.

Az összepréselt hang

A hanglemez, a magnószalag, a hangosfilm a hangot „konzerválja". A hang összepréselése kifejezés a fogalmat – úgy tűnik – pontosan fedi.

Távolsági beszélgetések során az emberi hangot különféle rezgésszámokon, „frekvenciákon" továbbítják. A frekvenciák elhalkulása, csillapodása nem egyformán történik, és a készülékek ellenállása sem egyforma az egyes frekvenciákkal szemben. A távközlés biztonsága érdekében a föld alatti kábelek vezetőerét megvastagították, nagy tisztaságú rezet használtak, de ezek az intézkedések is elégtelennek bizonyultak.

A kábeltechnikában a rádió több műszaki újítását felhasználják, a „nagy-", az „igen nagy-" és a „szuperfrekvenciás" rádiótechnika a telefontechnikát ugrásszerűen fejlesztette.

Hangátvitelhez a hangfrekvenciát „ráültetik" a rádió-

frekvenciákra, a vevőállomáson pedig „leemelik" róla. A vivőfrekvencia kábel és rádió segítségével egyaránt továbbítható. Kábeltovábbítás esetén a titkosság és a légköri zavaroktól mentes kapcsolat biztosítható.

A gazdaságosság megköveteli, hogy egy vezetékpáron egyidejűleg több távbeszélő-összeköttetést lehessen megvalósítani, mivel a kábelek jelentik az összeköttetés legdrágább részét. Ez az ún. sokcsatornás telefonia-átvitel. Egy beszédcsatorna kereken 4000 Hz (4 kHz) rezgésszámú jelek továbbítását megengedő sávszélességet igényel. Így a szabványosított 300 csatornás átvitel szélessége 1 200 000 Hz (1,2 MHz). Az adási oldalon vivőfrekvenciák segítségével az egyes beszédcsatornákat egymás mellé helyezik, a vételnél pedig szűrők felhasználásával eredeti fekvésükbe visszahelyezik. Az átvitel ilyenkor koaxiális kábelen valósul meg.

A korszerű telefonvezeték – a koaxiális kábel – két egymásba helyezett vezetékből áll. A külső vezeték belülről vezető réteggel bevont rugalmas hajlékony cső. Középen húzódik a vezeték. Koaxiális kábelen 50-től 6 millió Hz-ig lehet modulált nagyfrekvenciás rezgések segítségével beszélgetéseket, televízióműsort egyidejűleg továbbítani. Hátránya, hogy drága, kb. 5–10 kilométeres távolságon ismétlőállomásokat kell beiktatni, ezért csak nagy forgalom esetén kifizetődő.

A koaxiális kábelek nagy versenytársa az ún. mikrohullámú lánc; ultrarövid hullámokkal való telefonbeszélgetés és tv továbbításra szolgál. (A tv-jelet pont-pont között visszük át, majd a vételi pontokon a szokásos tv-adóba vezetjük, innen a jelek a tv-vevőkbe futnak.)

A nagy távolságú telefonbeszélgetések és tv-közvetítések eszköze a jövőben minden bizonnyal a híradástechnikai holdak segítségével valósul meg, ahogyan ez már meg is kezdődött.

Magyar vezetékes híradó alakulatok az első világháborúban

A nehéz feladatokat, amelyek a híradó alakulatokra a háborúban várnak, egy, az első világháború elején kiadott utasítás jól szemlélteti.

„A távírócsapat – ideértve a távbeszélő alakulatokat is – minden egyes tagja törekedjék, hogy még a legnehezebb ütközetben is továbbítsa a rábízott híranyagot. Az ellenség megsemmisítő tüzében, a harc kimenetelét döntően befolyásoló összekötő eszközök használhatatlanná válhatnak. Ilyenkor pedig oly feladatok és követelmények háramlanak a távírócsapatra, amelyeket az csak félelmet nem ismerő, halált megvető bátorsággal, erős akarattal és vasfegyelemmel tud leküzdeni."

Az osztrák–magyar hadseregben – a régi magyar honvédség is idetartozott – híradástechnikai szempontból „vezetési" és „csapathálózatot" különböztettek meg. A vezetési hálózat, mint nevéből következik, a felső vezetés – a vezérkar – céljait szolgálta, és a távíró alakulatok látták el. Ez a hálózat az ezredparancsnokságokig terjedt, és Morse-rendszerű, valamint Hughes-rendszerű gépekkel volt felszerelve. A csapathálózatot a gyalog, a lovas, és a tüzér távbeszélő szakaszok létesítették és tartották üzemben a legmostohább körülmények között is.

A hadműveleti területen létrehozott és fenntartott híradó hálózatot, valamint a híradó csapatok tevékenységét a „tábori híradó ügyek főnöke" irányította.

A távírószázadok részei a következők voltak. 1. könnyű távírószakasz. (4 raj, egyenkint 8 emberrel, egy központtal, 8 állomással, 32 km kábellel.) A felszerelést 8 fogatolt járművön szállították; a hegyekben a terhet 18 málhás állat vitte. 2. nehéz távírószakasz, (2 raj – egyenkint 13

ember – egy központ, 8 állomás, 20 km hegyi kábel vonalfelszerelés) 8 kocsi vagy 12 málhás állat vitte a felszerelést. 3. parancsnoki távírószakasz. Összeállítása a könnyű távírószakaszéhoz hasonlított, de géptávíróval – Hughes-géppel – és műszerész stb. segédszolgálattal egészült ki.

A hadseregparancsnokság távíró szerszázad műhely-, anyag- és vonatszakaszból állott; a távíró szerszázad az ember- és az anyagutánpótlásról, a kiképzésről stb. gondoskodott. Gépkocsizó és fogatolt vonata volt.

A magyar híradó alakulatok jó része béke idején csak az őszi gyakorlatokra szerelt fel, személyi állományukat (Budapesten) az Üllői úti laktanyákban és a Citadellában képezték ki. A villamos eszközök mellett a hegyi háborúban jól bevált lovassági fényjelzőket is megtartották. Ezek Zeiss-féle gázvilágítású lámpából és egy heliográfból – napfényvetítőből – állottak.

Az első világháború során az osztrák–magyar haderőben összesen 165 távírószázad (köztük 20 magyar), 65 távíró építőszázad, 36 rádiószázad (3 magyar) működött.

A magyar híradó alakulatok háborús szerepléséről nem írtak nagy, összefoglaló hadtörténelmi munkákat, és az emlékanyagoknak az idők folyamán bekövetkezett nagymérvű pusztulása miatt már aligha kerül sor rá. Működésükről csak memoárokból, feljegyzésekből, hivatalos jelentésekből lehet vázlatos képet alkotni.

Hogy a híradó alakulatok milyen nehézségekkel küzdöttek meg, szemléltetésként néhány visszaemlékezést idézünk. E memoár írója a 37. honvédhadosztály távbeszélő osztagának a Doberdón teljesített küzdelmeiről szól. (Szita Gyula: Magyar Műszaki Parancsnokságok, csapatok és alakulatok a világháborúban." Budapest, Közlekedési Nyomda kiadása, 1938.)

„Újra és újra szétlövi az ellenség (az olaszok – a szerző megj.) vonalainkat, de járőreink mindannyiszor megkí-

sérlik a lehetetlennek látszót: az ellenség gyilkos tüzében azon fáradoznak, hogy a parancsnok és egységei között a távbeszélő-összeköttetést vérük árán is fenntartsák. Munkájuk közben számtalanszor vágódnak el, hogy fedezzék magukat a süvítő, suhogó ellenséges tüzérségi tűzben, majd fölpattanva folytatják munkájukat, míg a következő halálthozó tüzérségi lövedék ismét arra nem kényszeríti őket, hogy újból lebukjanak."

A folyton szétszakadozó vezetékek pótlására itt – a Doberdón – próbálták ki a „páncélkábelt", amelyet kifejezetten nehéz harci körülmények számításba vételével gyártottak. A vezetéket a gyalogsági tűz és a repeszhatás ellen kemény acélból készült szalag burkolta. A dandár- és az ezredparancsnokságok között, valamint a zászlóalj-parancsnokságok felé fektették őket. Az eredeti elképzelés szerint a páncélkábelt árokban kellett volna vezetni, de a kemény sziklás talajban csak 20–30 centiméter mély teknőket tudtak kaparni – azt is csak nagy nehezen.

A 15 milliméter vastag páncélkábelt 500 méteres darabokban, két méter átmérőjű, 10 mázsa súlyú dobokban gépkocsin szállították. A „lemotollálást" és a fektetést előzetesen begyakorolták, hogy a rövid tűzszünetekben a kifektetés gyorsan menjen végbe. A vezetéket harmonikaszerűen összehajtott, 5–6 méteres ívekben az emberek a vállukon vitték, és futólépésben fektették ki.

Amíg csak szórványos gyalogsági aknavető- és tábori tüzérségi tűz zavart, a kábel bevált. Amikor azonban az olasz állások mögött beépített hajóágyúk és mozsarak tüze is megindult, a páncélkábel foszlányokra szakadt szét. Vissza kellett térni, a könnyen szállítható, futva legombolyítható, egyszerű acéldrótbetétes tábori vezetékhez, bár ezt óriási ember- és anyagveszteséggel újból és újból meg kellett újítani.

Az állásharcban gyakran sikerült az ellenséget lehallgat-

ni. Ezért a tábori telefonkészülékek belső felén feltűnő betűkkel felírták: „vigyázz, az ellenség lehallgat". Külön lehallgató vezetékeket is alkalmaztak, nem is eredménytelenül. Az előbbi memoár szerzője erről így írt.

„Állásharcban az ellenséges lehallgatás lehetősége nagyobbodik, ennek ellensúlyozása végett az állások előtt elhelyezett ellenséges lehallgató földvezeték eltávolítására gyakran kellett távbeszélő járőröket küldeni. Ám valóságban ez sem ment oly egyszerűen. A lehallgatókészülék földlemezeit természetesen úgy dugják a talajba, hogy abból ne látszódjék ki semmi. A lövedékek által felszántott talajon a vezeték sem vehető könnyen észre, és épp ebben rejlik a nehézség: történetesen éjjel, amikor az ellenség a kutató távbeszélő járőrt nehezebben veszi észre, a járőr sem látja a földlemezeket, viszont nappal, mikor a felkutatás eredményes lehetne, a járőr munkáját az ellenséges tűzhatás akadályozza meg."

Ha a tűzben minden mozgás lehetetlenné vált, az első vonalak helyét rakétákkal, fényjelekkel mutatták. Ilyenkor előfordult, hogy az ellenség megtévesztő jelzéseket adott, és a magyar alakulatokat a saját tüzérség lőtte. Ilyenkor leginkább a jelentőkutya és a „hírakna" segített. (A jelentést tartalmazó vashüvelyt aknavetővel hátralőtték.)

A közlekedési eszközökről bebizonyosodott, hogy nehéz terepen, sőt tűzben is az egyszerű parasztszekér, az „országos jármű" jobban megfelelt, mint a felszerelésben levő nehéz, nagy, megvasalt, „szabványos jármű".

Megtörtént, hogy az áramforrásul szolgáló telepek kimerültek, elromlottak. Ilyenkor elsősorban a várharcban vált súlyossá a helyzet, amikor a körülzárt erődből se ki, se be nem lehetett semmit szállítani. Przemyślben például egy bádogosműhely cinklemezeit és vaslemezeit használták fel, „indítófolyadékként" (elektrolitként) pedig fűrészporral felitatott kénsav szolgált.

Előnyomulás közben a híradó alakulatok legelöl, visszavonuláskor leghátul meneteltek. Przemyśl várából 16 kitörést hajtottak végre a körülzáró orosz gyűrű áttörésére, illetve lazítására. Minden alkalommal a híradósok mentek elöl, hogy a parancsnokság és a tüzérség folyamatosan tájékozódhassék a harc állásáról.

Így volt a szerencsétlen kimenetelű piavei átkelésnél is, amikor a legelső lépcsőben átkelő utászokkal együtt híradók is mentek. Folyamkábelt húztak át, hogy tüzérfigyelők a tüzérség tüzét helyesen irányíthassák. Az első lépcső természetesen nem a mai értelemben vett „rohamcsónakokon" kelt át, hanem kézi evezésű utászladikokon. Amikor később a hadihíd elkészült, a piros *T* (telegráf, telefon) betűvel jelzett híradó járművek minden más járművet megelőzve rohantak át a hídon.

Az átkelés és megkapaszkodás drámai pillanatairól az első népfelkelő gyalogezred harcait megörökítő memoárban a következőket olvassuk: (idézet a munkából)

„21 órakor a túlsó parton (a Piave túlsó partján – a szerző) levő jelentésközvetítő fejállomás központi kapcsoló készüléke telitalálatot kapott, amely mind a készüléket, mint az azt kezelő Tamás tizedest darabokra tépte szét. A jelentésközvetítő fejállomást más helyre kellett áthelyezni. Az új közvetítő állomás és ebből a távbeszélő összeköttetés újabb sebesülések árán egy félórán belül készen állott. Egész napon igen erős rádió és postagalambforgalom volt a két part között."

„A hadtest által Boscóra irányított három távíróraj – olvassuk tovább – a hadosztály távírószázadtól beosztott vezetőkkel együttesen megkísérelte a Piavén át való vonalfektetést, ami részben a magas vízállás és gyors vízsodrás, részben pedig az erős ellenséges tűzhatás miatt a legnagyobb erőfeszítés mellett sem sikerült."

Amikor a vezetékes összeköttetést a folyón át már sem-

miképpen sem lehetett fenntartani, kis fényszóróval adtak morzejeleket a saját vonalak mögött felbocsátott sárkányballonban levő megfigyelőnek, aki a tüzérség tüzét telefonon irányította. Hogy a sárkányballonban se legyen az üldögélés kellemes érzés, arról az olasz vadászrepülőgépek gondoskodtak.

A piavei átkelés a magyar hadtörténelem egyik legtragikusabb fejezete. Különösen az teszi tragikussá, hogy az óriási veszteségek ellenére a vállalakozás nem sikerült.

„Június 23-a folyamán (1918-ban vagyunk. – A szerző.) a hadosztály ismét elfoglalta az offenzíva által elrendelt kiindulási helyzetet – olvassuk tovább. Így ért véget a 34. honvédhadosztály nyolc napig tartó gigantikus küzdelme, melyből a hadosztály távírószázada teljes mértékben kivette részét."

A RÁDIÓ

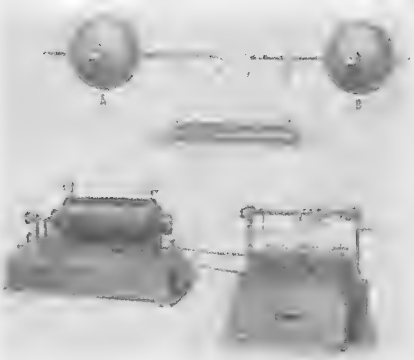
Heinrich Hertz (1857—1894)

Hamburgi tisztviselő családból származott. Mérnöknek készült, 18 éves korában a drezdai műszaki főiskolára iratkozott be. Tanulmányai során érdeklődése elsősorban a tudományos kérdések felé fordult, ezért szakított a mérnöki tanulmányokkal és Münchenben, majd Berlinben matematikát és fizikát tanult. *Helmholtz* elméleti villamosságtani előadásán hallott először az elektronról és a világmindenséget – az akkori feltevések szerint – betöltő végtelenül finom és súlytalan éterről. Két évig Helmholtz asszisztenseként dolgozott, utána Kiel város egyetemére, onnan a karlsruhei technikai főiskolára került tanárnak. Itt kezdte meg a rendszeres kutatást a Maxwell-féle elmélet kísérleti bizonyítékainak kidolgozására. Ki akarta mutatni, hogy az elektromos hullámok a térben fémes vezető nélkül is terjednek. Ha ezt sikerül bebizonyítania, Maxwellnek igaza van.

Ismerősei körében úgy mondta el, hogy napjai „eredménytelen, de nem irány nélküli" kísérletekkel telnek. Úgy gondolta, hogy ha valóban létezik elektromos sugárzás, ak-

Koaxiális kábel. Az egyes vezetékeket polietilén réteg szigeteli. A kábelt kívülről polietilén műgyantaréteggel bevont rézszalag-pancélozás árnyékolja.

Osztrák–magyar hadosztály telefonközpont az első világháborúban.
(Az Országos Hadtörténeti Múzeum Fotoarchívumából)



Heinrich Hertz kísérleti készülékei. (Egykorú fametszet.) a–b szikraköz; AB a kapacitás növelésére szolgáló gömbök. Balra az előtérben szikrainduktor. Jobbra galvántelep. kiemelhető elektródokkal

Szikratávíró-kisérlet az Eiffel-tornyon 1898-ban

kor a sugárzó energiát vissza is lehet alakítani. Ha például a leideni palack gömbjéből szikra csattan, a szikra hullámokat bocsát ki. Ha sikerül őket felfogni, akkor ugyancsak szikrának kell jelentkeznie.

Kísérleteihez *Ruhmkorff*-féle szikrainduktort használt. Ez a világhírű készülék vasmagos, kevés menetű primer tekercsből, és a rágombolyított sok menetű szekunder tekercsből áll. A primer tekercsbe vezetett áramot villanycsengő kalapácsához hasonló megszakító szaggatja, miközben a szekunder tekercsben jelentkező nagyfeszültségű indukált áram a drótvégeken szikrázást vált ki. A készüléket eredetileg csupán az egyenáramnak váltóárammá való alakítására használták. Később észrevették az erős szikrázást, ez a nehézkes statikus elektromos gépeket nélkülözhetővé tette. Így a készülék a múlt század második felében a fizikai laboratóriumok egyik legfontosabb felszerelési tárgya lett.

Hertz sok-sok próbálgatás és töprengés után egyszerűnek látszó szerkezetet készített. Gyűrű alakúra meghajlított vastag rézdrót két végét félgömb alakúra csiszolta és közel állította egymáshoz. Ha a szikrainduktor szikrájából valóban energiakisugárzás megy végbe – gondolta Hertz –, akkor a drótgyűrűben – ő rezonátornak nevezte – áramlökés keletkezik; ez pedig a drótvégek közötti szikrában kell hogy megmutatkozzék. Ez a kísérlete nem járt sikerrel.

A fénysugár az üvegen áthatol. Hogyan viselkedik az üveg az elektromos hullámok esetében? – adta fel magának a következő feladatot.

Kísérletet kísérlet követett. Kiderült, hogy némelyik anyagban – paraffin, viasz – az elektromos hullámok ugyanúgy megtörtek, mint a fény a vízben. A fémlemez útját állja az elektromos hullámok terjedésének. A papírlap, a vékony deszkalap ugyanúgy átengedte őket, mint fényt az üveg. A fémlap a hullámokat olyan szög alatt verte vissza,

ahogyan beestek. Tehát a fémlap az elektromos hullámok esetében úgy viselkedett, mint a tükör a fénnyel szemben.

Hertz az induktor hatását a szikraköz elektródjaira szerelt fémgömbökkel növelte: ha a rezonátor fémgyűrűjébe kis galvánelemet és galvanométert kapcsolt, az érzékenység megnövekedett, a hatótávolság is egyre nagyobb lett.

A „vibrátornak" nevezett szikrainduktorával másodpercenként 60 millió rezgést tudott előállítani. Ha egy másodperc alatt 60 millió rezgés történik, a fény a másodpercenként megtett útját a rezgésszámmal elosztva, ötméteres hullámhosszat kapott. Ha a gömböket megnagyobbította, a hullámhossz is megnőtt, ha kisebbítette, a hullámhossz is rövidebb lett.

Az út tehát megnyílt, de hogy hova vezet, Hertz még nem sejtette. Nem volt mérnök – kutató fizikus volt. Nem a gyakorlati hasznosság, hanem Maxwell elméletének igazolása érdekelte. Kísérleteinek leírása folyóiratokban jelent meg, és útmutatásai nyomán sokan kezdtek további kutatáshoz. Maga Hertz is még sokat foglalkozott az elektromos hullámokkal. 1889-ben *Clausius* (a hőelmélet egyik kidolgozója) utódjaként a bonni egyetem katedrájára került. 1894-ben halt meg.

A rádiótechnika egyik mértékegységét róla nevezték el hertznek (Hz = rezgésszám/sec).

A rádió őskora

Hertz kísérletei, közleményei alapján fizikusok, mérnökök, távírószakemberek sokasága kezdett az új lehetőség kiaknázásához. A hullámkeltésre változatlanul a szikrainduktort használták, hatótávolságát az elektródokra szerelt fém-

lapokkal, drótokkal igyekeztek növelni. Az induktor szikrája ún. csillapított hullámokat kelt, a hullámok tovaterjedve gyengülnek, torzulnak. Ez a kezdeti idők rövid távolságain nem mutatkozott lényeges nehézségnek, így inkább a vevőkészüléket iparkodtak tökéletesíteni.

A még nem kellő mértékben ismert jelenséget a kor szakemberei úgy magyarázták, hogy a beérkező hullámok hatására a rezonátor fémgömbjei között „fémgőz" képződik, amely „vezetőhidat" létesít. A galvanométer tűje a szikrainduktor kikapcsolása után sem lendült vissza mindaddig, amíg a rezonátort meg nem kopogtatták. Ekkor szakadt szét a parányi fémhíd – mondták.

Megkíséreltek érzékenyebb rezonátorokat szerkeszteni. Felkutatták a régebbi kísérletekről szóló közleményeiket (máig is követett módszer a régiek eredményeit vizsgálni), és találtak is figyelemre méltó adatokat.

1838-ban például egy olasz kutató, *Galzecchi Onesti*, egész sor készüléket írt le, amelynek töltése a leideni palack szikrájának kipattanásakor vezetővé vált. Barnakő, higanyszulfid és faszénpor keveréke mindaddig nem vezette a galvánáramot, amíg a mellette elhelyezett villamozógép vagy leideni palack szikrája ki nem pattant. Akkor viszont mindaddig vezető maradt, amíg meg nem kopogtatták. Fémreszelék üvegcsőbe zárva ugyancsak mindaddig szigetelőként viselkedett, amíg a rejtélyes villamos szikra a – távolból – vezetővé nem tette.

1894-ben a British Association in Oxford nevű egyesületben *Oliver Lodge* egyik előadásán bemutatta *Edouard Branly* francia fizikus készülékét, a „koherert" (Kohézió = tapadás). Ennél a töltet üvegcsőben elhelyezett, ezüstdugattyúk közé zárt fémreszelék volt. Segítségével 30 méter távolságból sikerült jeleket venni. A koherert Lodge tökéletesítette, és később, amikor a szikratávíróval már igen nagy távolságokat áthidaltak, makacsul állította, hogy a

szikratávírót voltaképpen ő találta fel. A legnagyobb tudósokkal is megtörténik az ilyesmi.

Két amerikai kísérletező – *A. Muirhead és Jackson* – hajókon próbálkozott az adásvétellel, de csak nagyon mérsékelt sikert értek el.

A kohererben a feltételezés szerint az elektromos hullámok hatására a fémporrészecskék sarkain – akár a Hertz-féle rezonátor fémgömbjein – apró szikrák keletkeznek, s a felületükön képződött oxidréteg lepattanásakor a portömeg jól vezetővé válik. A nemesfém porok – mint az várható volt, a jelenséget nem mutatták. A vas, a sárgaréz, az alumínium és nikkel jól bevált, a szénpor csak bizonytalanul jelzett.

A már említett Lodge „The Work of Hertz and some of his successors" (Hertz műve és egyes követőinek munkássága) című tanulmányában többféle „detektort" írt le, és állította, hogy ő már 1898-ben hasonlókkal kísérletezett. A „koherer" elnevezés valóban tőle származik.

William Crookes, a század egyik legkitűnőbb kísérletező fizikusa, a csősugarak felfedezője, a „Fortnightly Review" című lap 1892. évi februári számában igen figyelemre méltó megfogalmazásban jósolta meg a rádiózást.

Mialatt a tudósok az elektromos hullámokkal kísérleteztek, *William H. Preece* angol postamérnök az angliai világítótornyok és a szigetország, valamint a francia partok közötti drótnélküli hírközlés lehetőségeit tanulmányozta. Az angolok nem alaptalanul tartottak attól, hogy háborús konfliktus esetén a németek elvágják a tenger alatti kábeleket, és Britannia elszakad a kontinenstől. Ezért támogatták a kísérletezést.

Preece 1892-ben a tengerpart mentén és egy látótávolságban levő világítótorony talapzata közelében drótokat fektetett, és induktív úton kísérelte meg a jelek közvetítését. A Bristol-csatornában levő Penarth és Flathol között, majd

Rathenau és Rubens helységek között sikerült is rövid távolságon jeleket átvinnie; a kísérleteket azonban nem folytatta tovább. Személye azért érdekes, mert később Marconi munkatársa, segítője lett, és kettőjüknek sikerült első ízben Amerikába jeleket küldeni.

A drótnélküli távírót a fizikusok és a kísérletező mérnökök laboratóriumából egy orosz tudós – *Popov* – „vitte ki a szabadba". Az ő keze nyomán lett a „filozófiai játékból" drótnélküli távíró. Ezért nevezik őt a „rádió atyjának". Külön fejezetben szólunk róla.

ALEKSZANDR SZTYEPANOVICS POPOV (1859—1906)

Popovról és a rádió feltalálásáról a múlt század végi magyar folyóiratok érdekes cikkekben emlékeztek meg. A két háború közötti időben – „politikai okokból" – csak kevés szó esett róla. A második világháborút követő években annál gyakrabban emlegették nevét, bár inkább a dicsérő jelzők sokaságával, mintsem tényekkel. A magyar tudománytörténeti irodalomban máig sem található csak valamelyest is részletes beszámoló a nagy tudós életéről, munkásságáról, eredményeiről. Ezért e helyen – születésének 110. évfordulóján – részletesebben szólunk róla.

Popov az Urálban levő, Permi-kormányzóság Turinszkij-bánya nevét viselő településén, lelkész családból született. Szülei őt is a lelkész pályára előkészítő szemináriumba íratták be Permben. Az iskola négy alsó osztálya a gimnáziumokéhoz hasonló tantervvel dolgozott. A felső évfolyamok pedig a hittudományi egyetemre készítették elő a hallgatókat. Popov, hogy más pályára léphessen, a gimnáziumban leérettségizett, és 1877-ben beiratkozott a pétervári egyetem fizika-matematikai szakára azzal a céllal, hogy középiskolai tanár lesz.

Hazulról alig kapott támogatást, így magántanításból, fordításból és nyomdai levonatok javításából tartotta fenn

magát. Munkája csak kevés pénzt hozott, de annál több időt követelt. Így az egyetemi tanulmányok első évei bizony gyengén sikerültek. A későbbiekben kitűnő eredménnyel haladt tanulmányaiban.

Tanárai közül *E. H. Lenc* fizikus-akadémikusnak és *V. F. Petrusevszkij* kémikusprofesszornak (a nitroglicerin egyik kutatójának) előadásai, laboratóriumi gyakorlatai sorsdöntően hatottak a fiatal hallgatóra.

Popov utolsó egyetemi évében már részt vett az Orosz Elektrotechnikai Társaság ülésein, és az 1880-as kiállításon demonstrátorként tevékenykedett.

Az egyetemi tanulmányok negyedik évében ismerkedett meg *P. Ny. Jablocskovval* és *D. A. Lacsinovval,* a villamos világítás úttörőivel, majd *Ny. Csikolevvel,* a differenciális ívlámpaszabályozó feltalálójával és még sok más érdekes, neves személlyel. Az említett társaság később – 1894-ben – Popovot elnökhelyettesévé választotta.

1880-ban Pétervár parkjaiban és utcáin Csikolev ívlámpaszabályozójával ellátott lámpákat szereltek fel. A szerelési munkálatokban Popov is részt vett. Ez azért fontos, mert ekkor jutott olyan gyakorlat birtokába, amely feltalálói tevékenységét a későbbi években hatékonyan előmozdította.

A gyakorlat nem vonta el a tanulástól. Ekkor már kandidátusi értekezésén dolgozott. Tanulmánya a „Villamosság" című folyóiratban 1883-ban jelent meg: „A dinamó legkedvezőbb működési feltételei" címmel. A tanulmányban a dinamógépek melegedés okozta hatásfokcsökkenéséről értekezett.

1882-ben elnyerte a fizikai-matematikai tudományok kandidátusa címet, és asszisztensként kapott megbízást a kronstadti haditengerészeti aknásztiszti iskolában. Professzorának betegsége miatt csakhamar átvette a katedrát, amelyről több mint másfél évtizeden át tanította a tenge-

résztiszt-jelölteket. Innen 1901-ben távozott a Pétervári Elektrotechnikai Intézetbe.

Professzori működésénél sokkal jelentősebb a feltalálói tevékenysége. (Professzor sok van, nagy feltaláló csak kevés.) Foglalkozott a dinamógépekkel, a fényméréssel, a csillagászattal. 1887-ben egy napfogyatkozást megfigyelő expedícióval Krasznojarszkba utazott, s a négy percig tartó teljes fogyatkozás során fotometriai méréseket végzett a napkorongon.

Megismerkedett *Nikola Tesla* kísérleteivel, és ő maga is megismételte őket; a nagyfeszültségű áramokat előállító transzformátorát saját kezűleg készítette.

1888-ban értesült Hertz kísérleteiről, és megismerte Branly kohererét, és azt továbbfejlesztette.

Popov a koherer üvegcsövét nem kézzel rázta meg. A beérkező elektromos hullám hatására vezetővé lett fémpor helyi áramkört zárt, amely villamos csengőt szólaltatott meg. A koherer üvegcsövét a csengő ütőgombja rázta meg, s ezzel az áramkör ismét megszakadt. Ez volt Popov igen jelentős újítása. („Popov-féle koherer".)

1895. április 25-én (a pravoszláv naptár szerint május 7-én) az Orosz Fizikai-Kémiai Társulat ülést hívott össze Popov találmányának ismertetésére. Az előadásnak a feltaláló igen szerény címet adott: „A fémporok viszonya az elektromos rezgésekhez."

A cím megközelítően sem árulta el, hogy korszakalkotó találmány bejelentéséről esik szó, hiszen asszisztensének, *N. N. Georgijevszkijnek* visszaemlékezései szerint Popov már 1889-ben kifejtette, hogy a Hertz-féle hullámokkal táviratozni is lehet. – Ezen az előadáson – úgymond – csak a hat évvel előbbi jóslat beteljesedését mutatja be.

Egyelőre azonban még nem a táviratozásról, csupán a légköri elektromos kisülések keltette elektromágneses hullámok jelzéséről, más szóval a zivatarok előrejelzéséről fej-

tette ki nézeteit. Az előadásról Popov cikket is írt. A társulat folyóiratában 1895-ben jelent meg „Készülék az elektromos rezgések jelzésére és regisztrálására" címmel. A cikk így kezdődik. (A fejezetben levő idézeteket Demetrovits Szilárd fordította.)

„Jelen cikk tárgya tulajdonképpen az áprilisi gyűlés programja volt, most csak az általam javasolt és kipróbált készülékkel szerzett tapasztalatokat csatolom hozzá, amelyeket *G. A. Ljuboszlavszkij* észlelt; és néhány megfigyelést, amelyet a jelenség vizsgálata során szereztünk."

„Ezek a sorok – folytatta Popov tanulmányát – némileg kibővítik »A fémporok viszonya az elektromos rezgésekhez« c. előadásban foglaltakat . . . A reszeléket tartalmazó üvegcső vízszintesen, finom órarugóra felfüggesztve helyezkedik el, felette csengő van, ez működés közben gyengéd ütéseket mér a csőre, amelyet a törés ellen gumigyűrű véd. A 4–5 voltos telepből érkező áram a csőben levő fémporon át kering, s az áramkörbe relét kapcsoltunk. A fémporon átfolyó áram erőssége nem alkalmas a mágnes vasmagjának behúzásához, de ha a csövecske elektromos rezgés hatása alá kerül, a fémpor ellenállása csökken, a telep árama a relé elektromágnesét működteti. Ebben a pillanatban a teleptől a csengőhöz vezető vonal zárul, és a csengő megszólal. A csengőgomb ráüt a csőre, a cső megrázkódása miatt a fémpor vezetőképessége ismét csökken, ezért a jelfogó a csengő áramkörét megszakítja. Egyetlen rezgésnél a készülék rövid csendítéssel válaszol, szakadozottnál megközelítően ugyanolyan egyenletes szünetekkel, mint a csengőé." (Így lehet a pontot és vonást megkülönböztetni – a szerző.)

„Ennek az érzékeny készüléknek másik alkalmazási területe, amely még értékesebb eredményekkel szolgál, az elektromos rezgések kimutatása. Ha a készülék két pólusához vezetéket kötünk, és a vezeték elektromos perturbáció (hul-

lámok) hatása alá kerül, elegendő a készüléket a légvezetékbe kapcsolni, és a készülékkel minden áramingadozás észrevehető, sőt regisztrálni is lehet, mert a jelfogó nem csupán a csengőt szólaltatja meg, hanem villamos számlálókészüléket is működtet. Ilyen távoli kisülések okozta rezgések regisztrálása 1895-ben történt először, amelynek során *G. A. Ljuboszlavszkij* az Erdészeti Intézetben végezte a kísérletet, tavaly nyáron Pétervárott."

A kísérleteknél a távoli kisülések jelzésének vételére minden esetben antennát is felszereltek.

(Érdekes, hogy egy korabeli magyar ifjúsági folyóirat ezeket a készülékeket „A zivatarok táviratoznak" címmel ismertette.)

1896-ban a Nyizsnyij Novgorodban (ma Gorkij) tartott vásáron, Popov ellenőrizte a vállalat által felszerelt villamos világítási hálózatának üzemét, és zivatarjelzőjét is magával vitte. Ha a készülék közelgő zivatart jelzett, a világítást azonnal kikapcsolta, és a hálózatot is földelte, mert – úgy látta – a hálózat „antennaként" működhet.

A zivatarjelző berendezés rácsra szerelve üzemelt, minden alkatrésze, a reszelést is beleértve, Popov keze munkáját dicsérte. A készülékért a vásár befejezésekor diplomát kapott „Az új és eredeti, a zivatar jelzésére szolgáló instrumentumokért" megokolással.

Mialatt Popov Nyizsnyij Novgorodban tevékenykedett, otthon *P. N. Ribkin* folytatta kísérleteit úgy, ahogyan azt Popov levelében számára előírta.

A zivatarjelző csak átmeneti siker volt az igazi cél, a dróttalan táviratozás felé vezető úton. Popov 1895. május 7-i jelentésében – a Fizikai Társulathoz – a következőket írta. (Idézet az említett műből.)

„Végezetül reményemet fejezem ki, hogy készülékem jelek közvetítésére jelentékeny távolságokon is alkalmazható

lesz – gyors elektromos rezgések által – mihelyt megtaláljuk azt a rezgésforrást, amelynek a teljesítménye elegendő lesz.

1895–1896-ban a kronstadti aknászati iskola laboratóriumában a kísérletek tovább folytak. 1896. március 12-én (24-én) Popov bemutatta drótnélküli távíróját, amelynek segítségével $^1/_4$ kilométer távolságon üzenetet továbbított. A társulat ülésén felvett jegyzőkönyv az eseményről így emlékezett meg. (Idézet az említett műből.)

„8. §. *A Sz. Popov* bemutatta készülékeit a Hertz-féle kísérletek tanulmányi demonstrációjára."

Az ülés résztvevői később óvást emeltek a jegyzőkönyvvezetőnél a bejegyzés szűkszavúsága miatt. *A. L. Gersun* titkár azt válaszolta, hogy a jegyzőkönyvben pontosan az olvasható, amit Popov a jegyzőkönyv számára előre megírt. Még külön meghagyta – mondta a jegyzőkönyvvezető – hogy a jegyzőkönyvben pontosan az legyen, amit ő előre megfogalmazott, se több, se kevesebb. *Semmit se tegyen hozzá!* – hagyta meg szigorúan. (I nyicsevo nye pribavljaty!).

Hogy a nevezetes ülésen mi is történt, csak a szemtanúk későbbi emlékezései alapján lehet rekonstruálni.

O. D. Hvolszon professzor például így írta le az eseményt: (Id. munkából.) „Én is jelen voltam az ülésen, és pontosan emlékszem minden részletre. Az adóállomás az egyetem kémiai intézetében volt, a vevőállomás a régi fizikai auditórium kabinetjében; a távolság a két állomás között mintegy 250 méter volt. A közlés olyképpen történt, hogy a betűket morzeábécé szerint adták, és közben a jelek kopogását tisztán lehetett hallani. Az előadóterem nagy fekete táblájánál *F. F. Petrusevszkij* fizikusprofesszor állt, kezében tartva a morzeábécé kulcsát és egy darab krétát. Minden leadott jel után belenézett a jegyzetbe, utána felírta a megfelelő betűt. Így a táblán fokozatosan ez a két szó alakult ki: *Heinrich Hertz*. Nehéz leírni a jelenlevők

lelkesedését és az ovációt, amidőn a táblán a két szó – amellyel Popov Hertz emlékének adózott – megjelent."

Hasonlóképpen írja le a jelenetet *Szkobelcin.* „Az adóállomás a kémiai épület laboratóriumában, az egyetemi botanikuskert mögött, a vevőkészülék a fizikai előadóteremben volt. Vevőként Popov ismert viharjelzője szolgált, de a dob és az írótoll helyett morzeírógépet kapcsoltak hozzá, helyi teleppel és jelfogóval kiegészítve. A viharjelző másfél milliméteres csupasz rézhuzallal az ablakkereten át a szabadba vezetett. A háztetőn 2–3 porcelán gyűrűvel szigetelt lánccal függesztették fel. A huzal még néhány hétig az ülés után ott függött az auditórium ablaka mögött, ezért emlékszem jól rá. A jeleket a kémiai laboratóriumból a morzeábécé szerint adták, a vett jeleket a szokott morzekészülék szalagján regisztrálták, és közben a készülék működését az egész teremben tisztán hallottuk. Az adás befejezése után a szalagot megszemlélésre átadták a hallgatóknak."

Hasonlóképpen emlékeznek *B. P. Vejnberg* professzor, *M. A. Satelen* – az ő könyvéből is idézünk – és mások.

Satelen így ír:

„Megállapítható tehát, hogy 1896. március 12-én (24-én) Péterváron, a Vasziljev-szigeten, az egyetem területén A. Sz. Popov a világon először adott táviratot drót nélkül."

Hogyan lehetséges, hogy a sokak által látott korszakalkotó találmányról csak évek múltán értesült a világ, s hogy a sajtóban szűkszavú utalásokon kívül alig jelent meg valami?

V. K. Lebegyinszkij professzor szerint Popov nem kívánta a sajtóval közölni, mennyire jutott találmányával, mert – írja Lebegyinszkij – „a jegyzőkönyv szűkszavúsága, amely alig vázolja a valóságot, azzal magyarázható, hogy Popov munkálkodása 1896-ban a Tengerészeti Minisztérium felügyelete alatt folyt, és eredményeinek nyilvánosság-

ra hozatalát megtiltották." Azaz haditechnikai találmányként kezelték.

Így amíg Marconi világhírt szerzett, *Popov neve a nyugati szakirodalomban nem foglalja el az őt megillető helyet.* Popov erkölcsi elismerését az egykori szűkszavú jegyzőkönyvek nehezítik meg.

N. N. Georgijevszkij elmondta, hogy Popov Marconi sikeréről értesülve csak annyit jegyzett meg, hogy az nyilvánvalóan „az ő munkájának megismétlése". Később pedig Popov a francia *Ducret*-hez írt levelében megjegyezte, hogy „a Marconi kísérleteiről szóló híradás először 1896 szeptemberében jelent meg a sajtóban, de ez alkalommal a készülék lényege titokban maradt, s a szakfolyóiratok írói csupán találgatták az új felfedezés működését. Akkor a helyi újságban – írja tovább Popov – közzétettem egy levelet, amelyben megemlítettem az én készülékemet, és kimutattam, hogy azok közül a viharok közül, amelyeket készülékem észlelt, olyanok is vannak, amelyeket nem kevesebb, mint 30 kilométernyi távolságban lezajlott légköri kisülések hoztak létre. Megjegyeztem, hogy a mesterséges kisülések jelzése a mérföldek korlátain túl is lehetséges, és hogy Marconi készüléke valószínűleg hasonló az enyémhez. Ez a levelem a »Kotlin« című újságban jelent meg 1896 októberében."

Senki sem próféta a saját hazájában, Popov sem volt az. Sőt, az akkori „Novoje Vremja" című lapban hamarosan cikk jelent meg, amelynek írója Popov szemére hányta a Marconival szembeni szerénytelenséget, és kétségbe vonta az orosz feltaláló érdemét a drótnélküli táviratozás terén.

Popov a támadó cikkre válaszolva 1897. július 15-én leírta, hogy mely időpontokban történt a dróttalan távíró egyes részeinek feltalálása, kidolgozása, és végül csak annyit jegyzett meg, hogy „a jelenségek felfedezésében Mar-

coninak tulajdonított érdemek Hertzet és Branlyt illetik meg".

Több fizikus és író, bár elismerte Popov munkásságát és érdemeit, mégis arra hivatkozik, hogy Marconi elég bátor volt ahhoz, hogy gyakorlati alapokon induljon el, és ezért sikerült nagy távolságra táviratoznia.

Később az Olasz Marconi Társaság is méltatta Popov érdemeit. „A drótnélküli távíró és telefon 1922. évkönyve" című kiadványában a következők olvashatók.

„1895 áprilisában Popov professzor leírt egy berendezést, amely kohererből és ütközőből állott, és alkalmas volt villámok jelzésére, valamint nagy távolságra történő jelek adására. A pétervári meteorológiai obszervatóriumban – folytatja az olasz évkönyv tanulmánya – Popovnak sikerült a Hertz-féle generátor alkalmazásával öt kilométeres távolságot elérnie. Marconi 1896. február 2-án érkezett Angliába, és csak június 2-án jelentette be igényét az első angol drótnélküli távíró szabadalomra."

(Gyakori jelenség a találmányok történetében, hogy a külföldi sajtó hamarább vesz tudomást a találmányról, amelyről a honfitársak hallgatnak, vagy éppen támadják.)

Popov tevékenységének jelentősége világszerte elterjedt. Így történt, hogy 1901. évben éppen Angliából kapott ajánlatot, ahol Marconi sikere úgy tűnik, nem mindenkinek tetszett.

Az Orosz Fizikai és Kémiai Társulat 1908-ban bizottságot alakított, amelynek tagjai (O. D. Hvolszon, N. G. Jegorov, A. L. Gersun) 1908. november 11-én (23-án) a következőket vették jegyzőkönyvbe: (Idézet a munkából.)

„... a rendelkezésünkre álló adatok szerint *N. Sz. Popovot kell elismerni a drótnélküli távíró feltalálójaként.* Reméljük, hogy a kételkedők ennek az igazságnak elismerésével csatlakoznak hozzánk."

A társulatnak ebben a kijelentésében nem kételkedhetünk

és 73 tagja *Rikacsev* fizikus-meteorológus professzor elnöklctével a jelentést egyhangúlag elfogadta, amelyet a folyóiratukban is nyilvánosságra hoztak, és megjelentetését külföldi kiadványokban is szorgalmazták.

Popov nagy szomorúságára az orosz hivatalos körök nem támogatták, csupán a Tengerészeti Minisztérium mutatott mérsékelt érdeklődést. A kronstadti gőzhajóépítő üzemben kicsiny műhelyt rendeztek be számára. Az érdeklődő tengerészek, gépészek, kovácsok, szerelők gyakrabban jártak ide, mint az admirálisok. A műhely csak nehezen tengődött, de így is évenként 10–13 rádió adó-vevő állomást adtak át kísérletezésre a flottának és hadseregnek. Popov tervei és utasításai alapján egy kronstadti mester, Kolbaszov ugyancsak készített néhány készüléket.

1897 nyarán kezdték meg a kronstadti révben a távolsági adást a part és a „Ribka" nevű hajó között, majd másutt is folytak kísérletek a Tengerészeti Minisztérium szerény segítségével.

A kísérleti eredményekkel sikerült a minisztérium érdeklődését fokozni, így került sor az „Afrika" cirkáló és „Európa" szállítóhajó rádióval történő felszerelésére. Az árboctoronyról lelógatott húszméteres antennával öt kilométer távolságra tudtak adni-venni. A sikeren a minisztérium annyira felbuzdult, hogy újabb 1000 rubelt (!) folyósított.

Időközben Popovnak sikerült a rádiójelek vételét telefonhallgatóval megoldani, és így a nehézkes és lassú írógépet kiiktatta. 1899-ben a kísérletek telefonos vevőállomásokkal folytak. Ezekre 1901-ben Popov szabadalmat kért. Úgy látszik, a Tengerészeti Minisztérium a titoktartási kötelezettséget feloldotta, hiszen akkor már Marconi készülékeit világszerte kezdték megismerni. Az első telefonos rádiókészülék Leningrádban, a Híradástechnikai Múzeumban látható.

Feljegyezték, hogy már 1897-ben Popov a rádióhulla-

mok visszaverődésének jelenségét is tanulmányozta, és ezek a kísérletek a radar korai – bár nem tudatos – előfordulásainak tekinthetők.

A Fekete-tengeri és a Balti Flotta hajóin felszerelt rádiókészülékekkel a parancsnokok nem voltak elégedettek; elsődleges oka a kezelők kiképzetlensége volt. A tengerészkatonák szakszerű kiképzése csak nagyon nehezen indult meg.

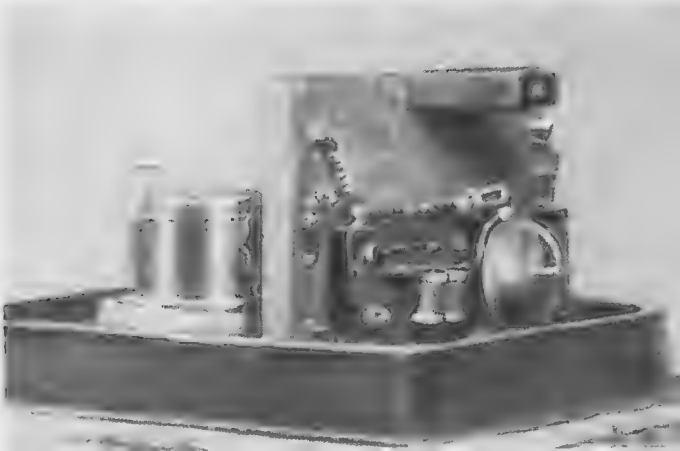
A hadseregnek és a flottának ebben az időben saját rádióépítő-műhelye még nem volt. A kronstadti kis műhely pedig inkább csak barkácsolta, mintsem gyártotta a készülékeket. Egyébként is a tengeri gyakorlatok végeztével a rádiókat a hajókról leszerelték, és visszavitték Kronstadtba.

A rádió ügyét Oroszországban mindaddig meglehetősen nehézkesen kezelték, amíg az „Admirál Apraszkin" nevű páncélos ügye ismertté nem lett. A büszke hajó 1899. november 13-án a hóviharban a Kronstadtból Libavába (ma: Liepája) tartó útján Hogland-szigeténél zátonyra futott. Megmentésére Kronstadtból kellett volna a vontatóhajónak a helyszínre sietnie, de a hajó és a finn parton levő Kotka városka között nem volt összeköttetés. Kotkából már lehetett Kronstadtba táviratozni, de a part és a sziget közötti zajló tengeren még az egyébként nem ijedős postás legények sem mertek átkelni. A hajó és a parti távíróállomás közötti kapcsolat kiépítésén múlt, hogy megmenthetik-e a hajót vagy sem. Cselekedni kellett.

A Tengerészeti Minisztérium megkérdezte *N. P. Tirtov* admirálist, lehetne-e Kotka és a hajó között szikratávíró kapcsolatot létrehozni. A tengernagy óvatosan így felelt: „Meg lehet próbálni". Így azután Popovot és leghűbb munkatársát, Ribkint bízták meg, szereljék fel a dróttalan távírót a parti városka és Hogland-sziget között. Popov, Ribkin, Zaleszkij másodosztályú kapitány és Remmert hadnagy 1899. december 23-án kezdték meg a munkát.

Alekszandr Sztyepanovics Popov. (Leningrádi Híradástechnikai Múzeum)

Popov rádiója 1895-ben Leningrádi Híradástechnikai Múzeum)



De Forest ívfény-telefonjával 1907-ben. Kezét az adón nyugtatja. A jobbra látható kis szekrény a vevőkészülék, a dróthálóval borított trió-dákkal

1900. január 13-án a „Jermak" jégtörőhajó Revalból (ma: Tallinn) embereket, felszerelést szállított a hajó megmentésére.

Ekkor – január 24-én – történt, hogy Popov rádiótáviratot vett fel, amely Kronstadtból Kotkába vezetékes távírón, onnan a szigetre drót nélkül jutott el. A táviratban *Avelan* admirális utasította a „Jermak" kapitányát, hogy induljon útba, mert Lavanszari táján sodródó jégtáblán ötven halász tartózkodik, nyújtson segítséget nekik.

A „Jermak" jégtörő megkereste a halálos veszedelemben levő halászokat, és január 25-én valamennyit fedélzetére vette.

Az „Apraszkin" cirkálót áprilisban levontatták a zátonyról. A halászok és a cirkáló megmentésének híre nagy világvisszhangot keltett, s hatása Oroszországban is megmutatkozott. A minisztérium haladéktalanul elrendelte a rádiókészülékek gyártásának megkezdését, és a Balti, valamint a Fekete-tengeri Flotta új hajói számára kötelezően előírta a rádiók felszerelését.

Makarov admirális személyesen gratulált Popovnak. „Szívből köszöntöm Önt a kronstadti tengerészek nevében a találmányával elért ragyogó sikeréért. A Kotka és Hogland-sziget között 43 versztnyi távolságra létrehozott drótnélküli távíró-összeköttetés kitűnő tudományos siker."

A Párizsban 1900-ban összeült elektrotechnikai világkongresszuson Popov munkásságát behatóan ismertették; a drótnélküli távíró megalkotása körüli érdemeit senki nem vonta kétségbe. Találmányáért a még ugyanebben az évben rendezett kiállításon aranyérmet kapott.

Sajátos módon azonban Popov körül a saját hazájában ismét lehűlt a levegő. Akik semmit sem alkottak, bár módjuk lett volna rá – ki nyíltan, ki titokban – ismét támadni kezdték. Anyagilag csak szűkösen támogatták, szakmunkásokat, tengerészeket nem tudott kiképezni, s így történt,

hogy az 1904-ben megindult orosz–japán háború a flottát és a hadsereget a hírközlő eszközök tekintetében egyaránt készületlenül találta. Hogy a hiányt gyorsan pótolják, az orosz hadihajókat német Telefunken-rádiókkal látták el.

Ekkor groteszk helyzet alakult ki. A minisztérium Popovot kérte fel, mondjon szakvéleményt a Telefunken-készülékekről. Mindezt azok után, hogy a Telefunken-gyár érdeklődött Popov szabadalmai, készülékei, munkássága iránt, de Popov a német ajánlatot elutasította. Ha Popov ezek után kedvezőtlen véleményt mond, úgy magyarázhatják, hogy fél a konkurrenstől. Ha mellette szól, összejátszással gyanúsíthatják.

„Az első benyomásom a német állomásról és technikai kiviteléről – írta Popov szakvéleményében – nagyon kedvező; szolidabbak, mint a mieink, és talán ezért egyszerűbbek is... Hanem amikor a német technikusok kezében megláttam, véleményem módosult. Nem tudom miért, a járatlanság vagy az izgalom okozta-e, a készülék szabályozó csavarjait állandóan igazgatni kellett, mégsem biztosított kifogástalan adásvételt." Popov utóbbi megjegyzésének helyessége a flotta hadműveletei során is beigazolódott.

Később létrehozta az Ogyessza és Tendra közötti rádiókapcsolatot, megszervezte a „Rosztov na Donu" nevű rádióállomást (az első polgári rádióállomást Oroszországban), többször javította a koherert, ezüstreszeléket, acélelektródokat stb. alkalmazott.

A csuzimai gyászos kimenetelű ütközet Popovra igen rossz hatással volt.

Az 1905-ös forradalom idején Popov a diákok és a professzorok oldalán állt, ezért a belügyminiszterrel éles összeütközésbe került.

Ebben az időben érdemeit már széltében-hosszában elismerték. A Fizikai Társulat elnökévé választotta. A neves feltaláló életét kezdte a tudományos siker bearanyozni. A

rendőrminisztert azonban ez nem hatotta meg, és a hatóságokkal folytatott heves vita során Popov 47 éves korában, élete, életereje delén hirtelen meghalt.

1906-ban a pétervári Elektrotechnikai Intézet, az Aknásztiszti Osztály, a Fizikai és Kémiai Társaság, az Orosz Technikai Társaság, valamint az Elektromosmérnökök Társulata kezdeményezésére A. Sz. Popov-díjat alapítottak.

A Híradástechnikai Múzeumot a nagyközönség számára 1923-ban nyitották meg Népi Hírközlő Múzeum címen, majd Popov születésének 100-ik évfordulóján – 1959-ben – kapta a Popov Központi Híradástechnikai Múzeum nevet. Az épület a Nagy Honvédő Háború idején súlyos károkat szenvedett, de 1952 óta ismét megnyitotta kapuit.

1945. május 2-án Popov emlékére aranyérmet verettek, amellyel az Akadémia bizottsága időnként egy-egy arra érdemes tudóst jutalmaz.

Marconi (1874—1937)

Guglielmo Marconi Bolognában, gazdag előkelő családban született. Lényegesen kedvezőbb körülmények között „startolt", mint Popov. Eredményei látványosabbak, anyagilag jövedelmezőek voltak, nevét az egész világ ismerte, Nobeldíjat is kapott.

A fiatalemberré serdült Marconi Bolognában *Agosto Righi* világhírű fizikaprofesszor előadásait hallgatta; végignézte a Hertz-féle kísérleteket, s otthonában is megismételte őket. Marconi később úgy mondta el, hogy az Alpokban a hegyi utakat járva, gondolt először a drótnélküli táviratozásra. A Nobel-díj átvétele előtt írta 1909-ben (Les Prix Nobel en 1909) az 1910-ben megjelent sorokat. „Le-

hetségesnek tartottam, a Hertz-féle hullámok segítségével telegrafikus összeköttetést létesíteni."

Az alig húsz esztendős fiatalember a szülői ház padlásán rendezte be laboratóriumát. Ide vonult vissza induktorával, drótjaival, hullámjelzőivel, galvántelepeivel, és nem hosszú idő múltán már háromszázhúsz méter távolságra tudott jeleket adni. Ha szép idő volt, levonult a kertjében levő füves dombokra, és ott állította fel készülékeit. 1895 egyik langyos tavaszi napján is kísérletezett, és megkérte egyik ismerősét, puskalövéssel jelezze, ha az adás sikerül, vagyis ha a vevőkészülék jelzi a kibocsátott hullám beérkezését.

A puskalövés eldördült, a vevőkészülék galvanométerének tűje kilendült – megnyílt a rádiózás korszaka.

„Kezdettől arra törekedtem – írta később – (B. L. Jacot és D. M. B. Collier: Marconi. Singer és Wolfner, Budapest évszám nélkül, 15. old.), hogy a villamosság hullámainak kisugárzását, a leadást időnként meg tudjam szakítani . . ., hogy legyen egy pontom és egy vonalam, mert a pontok és vonalak váltogatásával mindent ki lehet fejezni. 1895 decemberében végre megoldottam a leadást, vagyis a szétsugárzás kérdését . . ."

A flinta eldördült, és ekkor édesanyja fia nyakába borult; apja csak annyit mondott: egy csengőt sokféleképpen lehet megszólaltatni . . .

A kísérletek során használt „golyós leadót" (a szikrázó elektródoknak golyóalakjuk volt) még Righi professzor társaságában készítette, a morzekulcs lenyomásakor a golyók között parányi szikrázás jelentkezett.

Hamarosan észrevette, hogy ha jeleit háztetőről vagy dombról, toronyból adja, a sugárzás messzebbre terjed. Hogy a felszereléssel ne kelljen a fára másznia, a készüléket a földön működtette, a fa tetején csak a szikrázó gömbök voltak. Később – akárcsak Popov – rátért az antennára (az antenna olasz szó, egy tengeri lény csápjait jelenti).

A koherer áramkörébe relét kapcsolt, a relé által bekapcsolt áram csengőt működtetett, az árammegszakítás úgy jött létre, hogy a csengő gombja a koherre ütött. (Az ilyen készüléket „fritter"-nek nevezték.)

Tudott-e Marconi Popov kísérleteiről?

Marconi oroszul nem olvasott, de a Popov-féle kísérletekről az egész világsajtó beszámolt (a magyar Természettudományi Közlöny is).

Marconi az adásvétel távolságát 1896-ban már két és fél kilométerre fokozta. Készülékeit, eredményeit bemutatta az olasz hatóságoknak, de kezdetben ő sem sok érdeklődéssel találkozott, anyagi segítségről sem esett szó. Ekkor Marconi merész elhatározással Angliába utazott. Édesanyja angol származású volt, a családban beszéltek angolul, így szót értett az angolokkal, akik – tengerésznemzet lévén – azonnal felismerték a találmány jelentőségét. Marconi nem kisebb elhatározással utazott el, mint hogy elektromos hullámokkal áthidalja az óceánt . . .

Ellenségek persze Angliában is akadtak. Amikor a távíró- és a kábeltársaságok észrevették, hogy mivel foglalkozik, támadást intéztek a „Signor Marconi" ellen. A Royal Navy (a Királyi Haditengerészet) admirálisai azonban látták, hogy nagy dologról van szó, és haladéktalanul mellé álltak. Az egyik legjobb távírómérnököt, *Willam Preece-t* adták segítségül, aki megértve a találmány jelentőségét, kieszközölte, hogy készülékét Londonban az angol postának bemutassa.

A magas postaépület lapos tetején tartották meg a bemutatót. Marconi előkelő sötét ruhában jelent meg, s mivel folyékonyan beszélt angolul, a megjelenteket egyéniségével lenyűgözte.

A vevőkészüléket a Temze partján állították fel. Marconi embere leírta a felvett távirat szövegét, és sietett vele a tetőre a bizottsághoz, azokhoz a személyekhez, akik rövid-

del előbb a táviratot az adó részére megszövegezték. Így ellenőrizhették az adó és a vevő munkáját.

Marconi készülékeit a Salisbury-lapályon a hadsereg vezérkara és az admiralitás tagjai előtt mutatta be.

Az angol posta *James Stewens Kemp* mérnököt bízta meg a drótnélküli távíró tanulmányozásával. Meghagyták neki, hogy Marconit mindenben támogassa. A derék angol postamérnök – 1932-ben bekövetkezett haláláig – a rádiófejlesztésnek egyik legszorgalmasabb szakembere maradt.

A haditengerészet szakértőit elsősorban a hajózásban használható szikratávíró érdekelte. Hogyan terjednek a hullámok a tenger felett? – kérdezték ismételten. A Bristol-csatornában előbb 5, majd 14 kilométerre sikerült kapcsolatot létesíteni. Az egyik kísérletnél jelen volt *A. Slaby* berlini egyetemi tanár, aki később a német császár előtt tartott bemutató előadásaival kezdte meg a rádiótechnika népszerűsítését. Előadásainak gyűjteménye könyvalakban magyarul is megjelent „A szikratávíró" címmel. (Franklin Társulat, Budapest, 1917.)

Marconi nem tekinthető a rádió feltalálójának. Ezt a tárgyilagos tudomány- és technikatörténet-írók egyértelműen megállapítják, de szívósságával, céltudatosságával valamennyi gazdasági és társadalmi akadályon, technikai nehézségen átküzdötte magát.

Az angliai sikerek hallatára az olasz haditengerészet érdeklődése is felébredt. Marconi a La Spezia hadikikötő előtt 15 kilométeres távolságon mutatta be a dróttalan távírót. Nem sokkal később Londonban megalakult a „Wireless Telegraph and Signal Company Limited", amely Guglielmo Marconit választotta igazgatójául.

Dr. Adolf Slaby és munkatársai az Északi-tenger partján fogtak a kísérletekhez: a viharos tengeri szél elől a távírászok a készülékkel együtt nagy ládába bújtak.

Közbevetőleg megemlítjük, hogy magyar kutatók sem

maradtak tétlenül. *Károly Irén József* (1854–1929) nagyváradi gimnáziumi tanár 1895 tavaszán húszméteres távolságon tudott jeleket közvetíteni. Egyike volt azoknak a legelső kutatóknak, akik a rádiójelek vételére telefont használtak. Érdekes, hogy még közvetlenül halála előtt is az akkor már elavultnak tekintett kohererrel foglalkozott.

Magyarország 1903-ban részt vett a berlini nemzetközi rádió-értekezleten, és 1904-ben megkezdték az adásvételi kísérleteket Újpest és Csepel között. Később pedig Pola (ma: Pula) hadikikötőjében a parton felállított készülék és az „Előre" nevű hajó állomása között.

Marconit hamarosan kinevezték Olaszország londoni követségére tisztviselőnek, hogy nyugodtan kísérletezhessen, és ne kelljen katonai szolgálatra bevonulnia. (Később tiszti rangot kapott, és az első világháborúban a rádióügyek irányítójaként vett részt.)

1899-ben Dél-Afrikában kitört az angol–búr háború. A hollandus búrok elkeseredetten védték földjeiket, Anglia pedig nem szívesen hagyta volna a búrok kezén a ... gyémántot. Háború indult, Marconi munkatársai a háborúskodás területére utaztak.

A Marconi-készülékek a nehéz terepviszonyok közepette is jól működtek, az antennát ballon emelte a magasba. Mafeking ostromakor a dróttalan távíró mellett fényszórókat és a gőzmozdonyok sípját is felhasználták a híradásra.

A háború még folyt, amikor Marconi Amerikában járt, és az US Navy (az Egyesült Államok haditengerészete) meghívására bemutatta készülékeit. Visszafelé tartó útján a „St. Paul" nevű óceánjáró utasai megkérték, működtesse rádióját, hogy híreket kapjanak az angol–búr háborúról. Az Angliában levő Needlesi állomás sugározta a híreket, amelyeket a hajó rádiója felfogott, és hajóújságban közölte az utasokkal. Az újság a „Transatlantic Times" hangzatos címet viselte.

A Atlanti-óceánnak a rádióhullámokkal való leküzdésére 1900-ban kezdődtek meg a komoly kísérletek. Cornwallban egy falucska mellett rendezték be az állomást. Marconi *dr. Flemming* angol fizikussal együttműködve átalakította készülékét, és 1901 januárjában kezdték meg a kísérleti adást. Amikor a parton 300 kilométer távolságról a jeleket már jól vették, Marconi Amerikába utazott, és Új Foundlandben, St. Johnban rendezte be állomását. A személyzettel megbeszélte a tennivalókat, majd visszautazott Angliába. Készüléke antennáját léggömb vitte fel 200 méter magasba, de ha jó szél volt, sárkányt is használtak.

Háromnapos eredménytelennek látszó kísérletezés után sikerült összeköttetést létesíteni Amerikával. A dombot, amelyen a szikratávíró-állomás működött, a mai napig is „Signal-hillnek", jelződombnak nevezik. Déli 12 órakor kezdték a pontsorok adását, és három órakor megérkezett a gyenge válaszjel. A kísérlet sikerült, az óceánt legyőzték . . .

Érdekes, hogy a kézzelfogható siker sem győzött meg mindenkit. Edisont sem, aki azt mondta, hogy az amerikai vevőállomás bizonyára amerikai kísérleti adók jeleit vette.

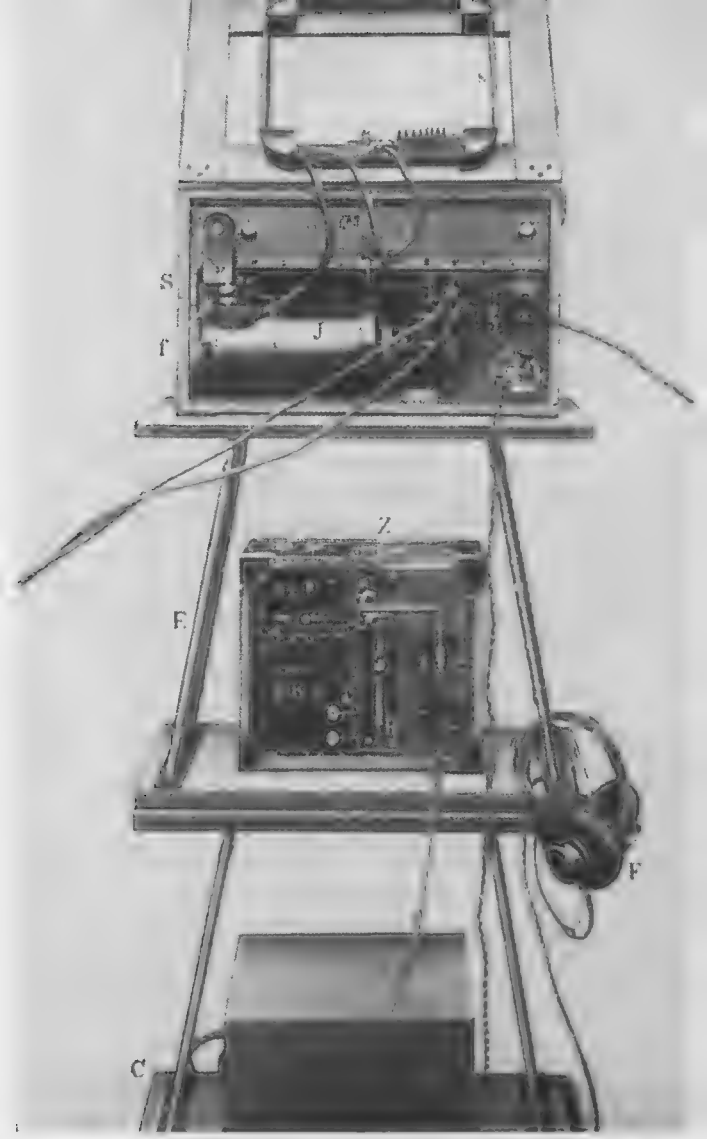
A cornwalli kis falu adása egészen 1933-ig dolgozott, elsősorban kísérleti adást végzett. Akkor üzemen kívül helyezték, ma idegenforgalmi látványosság.

Alig kezdte meg az amerikai állomás működését, megjelent az Angol–Amerikai Távíró Társaság embere, és tiltakozott az „üzemelés" ellen, mondván, hogy Amerika és Európa között csak az ő kezükben levő kábelen szabad táviratozni . . .

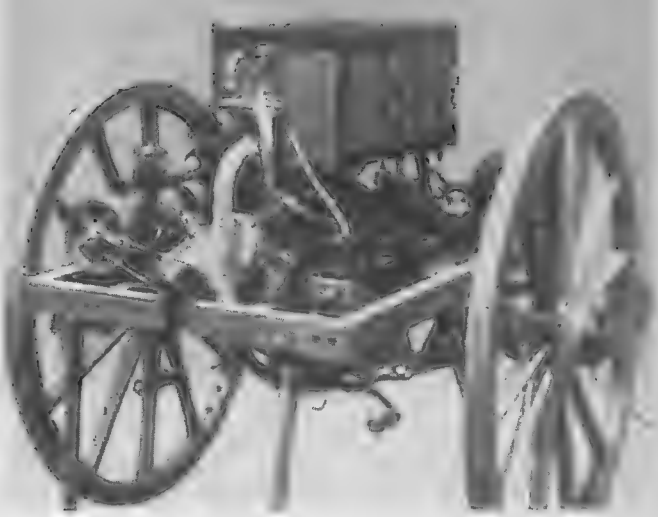
Bell, meghallva, hogy a Marconi Társaság milyen kellemetlenséggel küzd, meghívta Signor Marconit Cape Bretonba, hogy ott nyugodtan kísérletezzék. Nem volt rá szükség, a távírótársaság visszavonta keresetét.

A „Connecticut" nevű amerikai hadihajó De Forest-rendszerű rádiója 1907-ben

Marconi az első óceánon túli táviratozás közben



Osztrák–magyar híradó század kísérleti szikratávíró-készüléke 1907-ben



Osztrák–magyar tábori szikratáviró-állomás generátorkocsija és vevő berendezése 1907-ből

Az Eiffel–torony szikratávíró-állomása 1910-ben

Nagyfrekvenciás generátor az adóállomáson. 1910-es évek

A Marconi-szabadalmak óriási jövedelmet hoztak, csupán az amerikai vállalkozás ötvenezer font haszonnal járt.

Arco tanár felfedezése 1900-ban nagy előrehaladást hozott. Az antenna hossza és a kisugárzott hullámok hossza közötti összefüggés vizsgálatával biztonságosabbá tette a hangolást. Ugyanekkor Németországban *Slaby* tanár rendszerét kezdték terjeszteni, amelynek nyomán a német rádiótársaság Marconival nehéz háborúságba kezdett. Különösen 1903-tól élesedett ki a verseny. A Telefunken-gyár megalakulása az olasz feltalálót pereskedések megindítására késztette.

Ugyancsak 1903-ban vezette be a Times a szerkesztőségi szikratávíró-szolgálatot. A tőzsdei árfolyamok közlésére ugyancsak felhasználták a dróttalan távírót. Ekkor már a Marconi-rendszerű állomásokon a koherer helyett a mágneses detektort használták, amely elektromágneses térben elmozduló tekerccsel jelzi a vételt. A készüléket több mint tíz évig használták.

A rádió megismertetése, népszerűsítése érdekében Marconi a „Carlo Alberto" nevű cirkálón nagy körutat tett. Oroszországi látogatása során Kronstadtban a hajóra látogatott *Makarov* admirális, aki korának egyik legképzettebb tengerésze volt. A kiváló katona az orosz–japán háborúban aknára futott zászlóshajóján, hősi halált halt.

Marconit hajóján a cár is meglátogatta, és élénken érdeklődött a szikrávíró technikai részletei iránt is.

Hajójával Németországba is ellátogatott, de itt barátságtalanul fogadták. A tripoliszi háborúban is szerepeltek a Marconi-állomások, de részleteket nem ismerünk róluk.

A világhírnevet, dicsőséget szerzett Marconi 1937-ben halt meg.

ADÓ-VEVŐ RENDSZEREK A SZÁZAD ELEJÉN

Braun rendszere

Ferdinand Braun strasbourgi fizikaprofesszor – később részletesebben szólunk róla – a Siemens és Halske villamossági vállalat felkérésére a várost körülölelő erődítmények sáncárkaiban végezte szikratávíró-kísérleteit. Azért a várárokban, mert ott illetéktelenek nem figyelhették meg. Sokat kísérletezett a Zeppelin-léghajók és a földi állomások kapcsolatának kiépítésével is.

Braun több fontos újítást alkalmazott: ennek során alakult ki sajátos Braun-féle rendszer. A neves professzort elsősorban a szikratávíró hatótávolságának növelése foglalkoztatta.

A hatótávolságot akkoriban az adó energia – a szikra – növelésével és az antenna megnagyobbításával próbálták fokozni. Nyilvánvaló, hogy mindkét tényező növelésének határai vannak.

Braun az antenna és a földelés közé kondenzátorokat kapcsolt. Ezek feltöltődése, majd kisülése növelte a kisugárzott energiát. Ha a szikrakeltő készülék és a földelés közvetlen kapcsolatban vannak, nyílt rezgőkör alakul ki.

Braun zárt rezgőkört hozott létre oly módon, hogy az induktor által kiváltott rezgéseket nem közvetlenül az antennára vitte, hanem transzformátort iktatott közbe; az antenna-föld vezeték a transzformátor szekunder tekercséhez csatlakozott. A berendezés fordított irányban is működik olyképpen, hogy az antennához érkező hullámok az antenna-transzformátor segítségével jutnak a vevőkészülékhez. A zárt rezgőkör bevezetése mind az adás, mind a vétel szempontjából óriási lépést jelentett. A kondenzátorlemezek méreteinek, a tekercselés menetszámának stb. beállításával a Braun-féle adó-vevőn a hullámhosszat pontosan be lehetett állítani.

A jól működő Braun-féle rendszer üzleti kiaknázására a „Professor Brauns Telegraphie G. m. b. H. (Gesellschaft mit beschränkter Haftung – korlátolt felelősségű társaság) alakult a Siemens–Halske-érdekeltségben. A vállalat – akárcsak a többi kontinentális rádióipari vállalkozás – a Marconi-érdekeltséggel sokat csatázott.

A szikraadók heves pattogással működtek – innen a nevük – a nagyobb energiájú berendezések induktora valósággal lövöldözött. Ez a jelenség a katonai köröket nyugtalanította, hiszen a zaj a készülék helyének az ellenség részéről történő felderítését megkönnyítette. Ezért a kutatókat a jobb, elsősorban a csendesebb adókészülékek szerkesztésére ösztönözték, és főleg csillapítatlan hullámokkal dolgozó berendezést kívántak.

Max Wien jénai professzor a szikrapattogást az elektródok számának szaporításával – egyidejű kicsinyítésükkel – csökkentette, de a készülék még mindig szikrákkal dolgozott. A rádiótechnika új, érdekes találmánya volt *Waldemar Poulsen* dán mérnök (a magnetofont is ő találta fel) éneklő ívfénye. Ennél a hullámkeltés ívfény segítségével történt, és úgy fejlesztették ki, hogy ének, beszéd közvetítésre is alkalmas volt.

Az időközben már kialakuló rádióipar képviselői riadtan tekingettek az új találmány felé, hiszen úgy látszott, a nagy költséggel létrehozott szikraadók és vevők rövidesen elavulnak. *Lord Armstrong* angol ágyúgyáros merész elhatározással Berlinben társaságot alapított Poulsen találmányának kiaknázására. Gondolnivaló, hogy a Telefunken-vállalat is megijedt, elsősorban attól, hogy legjobb mérnökeit és műszerészeit az új vállalat majd elcsábítja. Ez nem történt meg, mert egy *Doktor Schapira* nevű feltaláló új, csillapítatlan hullámokat kibocsátó készülékével az ívfényadót egy időre háttérbe szorította. Armstrong erre a németországi vállalkozást felszámolta.

A Poulsen-szabadalmat a *Lorenz*-cég megvásárolta, és hajókat, parti állomásokat szerelt fel velük, amellett műsorközvetítéssel is próbálkozott.

Ujj Gyula a Rádiumkirály című 1919-ben Budapesten megjelent tudományos-fantasztikus regényében szerepelt az ívfénytelefon. Nálunk nem terjedt el, és jelentősége a csöves készülékek megjelenésével megszűnt.

A németek a Poulsen-féle ívfénygenerátorokat és vevőket a hadihajók részére kifejlesztették. Jó konstrukciók születtek, de a nyilvánosság előtt nem szerepeltek, sőt a hajórádiókat is lepecsételve tartották. 1914-ben kezdték meg működésüket, de az angol, a francia és az orosz hajók lehallgató szolgálata adásaikat nem tudta fogni. Csak amikor *M. V. Sulejkin* orosz elektrotechnikus a rádióvevőhöz kapcsolt „tikker" nevű szaggatókészüléket feltalálta, vált lehetővé a német ívfényadók jeleinek vétele.

Az ívfényadóval 1902-ben telefonálni tudtak. Az adót a grünewaldi Wilhelm Turmon helyezték el, és az adást a 17 kilométerre levő Pfaueninselre sugározták. A hatótávolságot később 35 kilométerre növelték. Az ívfényrádió, utoljára 1920-ban tűnt fel ismét rövid időre, amikor zenei műsort sugároztak vele.

1907-ben mulatságos eset történt a charlottenburgi műszaki főiskola egyik előadótermében. A. Slaby és Arco – a német császár kedveltjei – a császári család előtt az ívfényadót mutatták be, és rövidebb távolságon hanglemezműsort is közvetítettek. Éppen egy *Caruso* lemezt forgattak, amikor a zene hallatán a császárné megszólalt.

„Nem is tudtam, hogy Arco gróf ilyen szépen énekel . . ."

*

Napjainkban, az űrhajózás, a távirányítású rakéták korában érdekesnek tűnik, hogy a rádióval történő távvezérlés gondolata már a század elején felbukkant.

1905 júniusában Antibes városka előtt *Branly* a Földközi-tengeren látványos bemutatót tartott. Egy torpedócsónakot felszerelt indító-, leállító-, sebességszabályozó- és kormányszerkezettel olyképpen, hogy az irányító mechanizmusokat szikratávíró segítségével lehetett ki- és bekapcsolni. A kis torpedóhajó elindult, és a parton felállított asztalon levő készülékeket ugyanaz az Edouard Branly kezelte, aki a koherer körül oly sokat tevékenykedett. A kis hajó valóban parancsszóra cselekedett, és amikor elhúzott a célbója előtt, rádióparancsra kilőtte torpedóját.

A kísérletet a francia haditengerészet szakértői mellett nagyszámú közönség is figyelmesen végignézte, de a járművek távirányítására majd csak évtizedek múltán kerül sor.

Mindaddig, amíg az elektroncsöves szerkezetek meg nem jelentek, sokféle hullámjelzővel kísérleteztek; technikatörténetileg érdekes szerkezetek tűntek fel és el. Néhányról megemlékezünk.

Mikrofonkontaktus. Működése a kohereréhez hasonlított. A mikrofonkontaktusban széncsúcs és tükörfényes acéllap érintkezett. Az elektromos hullámok hatására az érintkezési ponton a hangerőnek megfelelő ellenállás-változás jelent-

kezett. Ez *dr. Koepsel* rendszere volt, és csak látszólag emlékeztetett a kohererre, mert a kohererben a hullámok hatására kapcsolat jött létre, ennél pedig a kapcsolat gyengült. Láttuk, a XIX. század elején már próbálkoztak hasonló szerkezettel.

Sokat és sokan kísérleteztek az *elektrolitikus hullámjelzőkkel* is. Két, ezredmilliméter vastagságú és századmilliméter hosszú platinadrótdarab híg kénsavba merült. A drótdarabokhoz – az elektródokhoz – galvántelep áramköre csatlakozott, az áramkörbe galvanométer és szabályozható ellenállás is kapcsolódott. Utóbbi segítségével a feszültséget úgy állították be, hogy a vízbontás még ne induljon meg. Ha a készüléket elektromágneses hullámok érték, a folyadékban áramlás indult. Az így létrejött igen gyenge áram relé segítségével erősebb telepet kapcsolt be. Ennek áramkörében a beérkező hosszabb, rövidebb – vonás, pont – jelzéseket telefonhallgató tette érzékelhetővé. Az elektrolitikus detektorokat katonai rádiókban is alkalmazták, és kisebb távolságon kielégítően működtek. A régebbi rádiószakkönyvek ezzel az érdekes megoldással igen sokat foglalkoztak.

A Fessenden-féle izzószálas detektorban légritka térben 15 ezredmilliméter vastagságú platinadrót foglalt helyet. A drótra leheletvékony ezüstréteget vontak. Rezonátor áramkörbe kapcsolva az áram hatására a kétféle fém érintkezési felületén elektromos áramlás indult meg. Hatására az illesztés helye felmelegedett, tehát voltaképpen parányi termoelem keletkezett, amely ellenállását a hőmérséklettől függően változtatta; ez a telep a telefon segítségével jelzések felvételére alkalmas volt. A hőkisugárzás megakadályozására az egészet belülről ezüstözött, légritka üvegszekrénybe foglalták.

A Klemenčič-féle termoelektromos detektor működése az előbbihez hasonlított, de itt nem a fémfelületek, hanem a

drótok forrasztási helyén jelentkező hőt hasznosították. A forrasztási pont az elektromágneses hullámok hatására hőmérsékletét megváltoztatta, ami a vas-konstantán termoelemben áramingadozást okozott.

S. O. S.

1912. április 16-án az újságolvasók megrendülve értesültek a „Titanic" nevű óriás gőzös katasztrófájáról. A Southamptonból Amerikába tartó személyszállító gőzös jéghegynek ütközött, és több mint ezer utasával elsüllyedt. Csak 700 személyt sikerült az odaérkező „Carpathia" gőzösnek megmentenie. Az újsághírek megrendítő részleteket közöltek a hajó rádiótávírászának hősies magatartásáról, aki az utolsó pillanatig kitartott a készülék mellett, és szünet nélkül adta a segélykérő jelet.

A szikratávíró segítségével megmentett hajók és emberek története hatalmas regény témájul szolgálhatna. Közülük csupán néhányat említhetünk meg.

1899-ben az angol „East Goodwin" nevű Dover közelében lehorgonyzott világítóhajó rádión katasztrófát jelzett: a „Matthew" gőzös nekiütközött. A szikratávírón kért segítség megérkezett, a hajót elvontatták, személyzetét megmentették.

A katasztrófák egymást érték (napjainkban is szép számmal pusztulnak el hajók összeütközés, zátonyrafutás stb. következtében), és a szikratávíró egyre nagyobb fontosságúvá lett.

A tengeri vészjelzéseknek külön története van. A rádiózás kezdetekor a hajóstársaságok vonakodtak a hajókat szikratávíróval felszerelni. „Tisztább üzletnek" tartották,

ha a hajó elsüllyed, eltűnik, mert akkor a biztosító társaságok vita nélkül kifizették a biztosítás összegét. Ha azonban valami megmaradt, a személyzetből tanúk jelentkeztek, vég nélküli perek vették kezdetüket.

Minthogy azonban emberek életéről volt szó, az újságok vétkes hanyagságról, mulasztásról kezdtek írni, és a hajótársaságok húzódozva bár, de megkezdték a hajók rádióval való felszerelését. Ekkor különös komédia kezdődött.

A Marconi Tengeri Összeköttetés Nemzetközi Társasága kimondta, hogy a társaság rádióállomásai csak a saját rendszerű állomások jeleit kötelesek felvenni. Ebben az időben már a Telefunken-, a Slaby-, az Arco- és még több más rendszer is használatos volt, s ezek a Marconi Társaságnak kellemetlen konkurrenciát okoztak.

Megtörtént, hogy valamelyik hajót igen sürgősen hívták, de a rádiótávírász csak ennyit jelzett: „I am sorry", sajnálom, de a táviratot nem veszem és nem továbbítom.

A rádiótársaságok mérhetetlen felelőssége a kormányokat arra késztette, hogy beleszóljanak az ügybe. 1903-ban Berlinben konferenciát hívtak össze – ezen Ausztria–Magyarország, mint tengeri hatalom, képviselője is megjelent –, és kimondták, hogy a parti állomások valamennyi segélykérő jelet kötelesek felvenni, bármilyen rendszerű adótól származik is, és kötelesek haladéktalanul továbbítani is azt.

De mi legyen a segítségkérő jel?

Az olaszok S. S. S. D. D. D. jelet kívántak rendszeresíteni. /···/···/···/–··/–··/–··/, de nem fogadták el, mert a pánikhangulatban a távirász könnyen elfelejtheti.

1904-ben a Marconi Társaság távírászainak előírta a C.Q.D. jelet /–·–·/––·–·/–··/, ami Come Quick Danger „gyertek gyorsan, veszély" szavak kezdőbetűiből állt össze.

Ez a jelzés is bonyolultnak látszott, helyette a bajba jutott hajók inkább szöveggel kértek segítséget. Például, ami-

kor a „Nantucket" nevű világítóhajó süllyedni kezdett, „Segítség, a Nantucket világítóhajó bajban van, mielőbbi segítséget kérünk" szöveget adta. Ennek alapján az odasiető mentőhajó a személyzetet felvette, a világítóhajót megkísérelte elvontatni, de az közben elsüllyedt.

1906-ban ismét konferenciára ültek össze Berlinben. Az olaszok ragaszkodtak a már bevezetett segélykérő jelükhöz, az amerikaiak a N. C. jelet javasolták /-·/-·-·/(nincs értelme, de az adása könnyű) elsősorban azért, mert a zászlójelzésben is ezt alkalmazták; a régi értelmezése szerint „baj van, sürgős segítséget kérek" szöveget jelentette.

A német Slaby- és Arco-vállalat az S.O.E. /···/---/·/ jelet ajánlotta, de elutasították, mert az utolsó pontjelzés elmosódhat, vonásnak értelmezhetik és akkor megváltozik a jelentése.

Végül olyan jelben állapodtak meg, amelyet a megrémült ember sem felejt el könnyen; három pont, három vonás, három pont, folyamatosan adva segélykérést jelent. /··· ---··· / Így alakult ki az S. O. S. (A betűk közt nincs pont, mint a nyomtatott szövegben.)

Az S. O. S. jelzéshez különféle romantikus magyarázatokat fűztek.

Save Our Ship – Mentsétek meg hajónkat
Send Our Succour – Küldjetek segítséget
Swimm Or Sink – Úszunk, vagy süllyedünk
Save Our Souls – Mentsétek meg lelkeinket

A „Titanic" katasztrófájáról szóló híradások megjelenésekor a cikkek címében mindig ott volt: mentsétek meg lelkeinket.

Az 1906. november 3-án Berlinben aláírt egyezmény szerint a tengeren levő hajók minden óra meghatározott időpontjában rövid időre beszüntetik adásukat, és csak az esetleges segítséget kérő jelre figyelnek.

A korszerű hajókon a segítséghívó jelet automata adja,

sőt már olyan berendezést is felszereltek, amely az ismétlődő S. O. S. jel vételekor riasztójelet is ad. A hajókon elhelyezett kicsiny benzinmotoros aggregát a süllyedő hajón a villanyhálózattól függetlenül dolgozva mindaddig jelzést ad, amíg a hajó el nem merül.

Ide tartoznak a mentőcsónakok, repülőgépek stb. egyszerű, vegyi áramforrással működő vészadói is, amelyek a vízbeesés és az újbóli felmerülés után – külön beavatkozás nélkül – azonnal működnek.

AZ EIFFEL-TORONY

80 évvel ezelőtt épült az akkori világ technikai szenzációja, a párizsi Eiffel-torony. Ezen az óriási vasépítményen kezdték meg az első franciaországi szikratávíró-kísérleteket 1898-ban.

A szikratávíró adókészülékét a torony egyik emeletén helyezték el, a vevőberendezést pedig a látótávolságban levő Pantheon kupolájának oszlopsora feletti teraszon állították fel. Egykorú kép őrzi a kísérlet emlékét.

Az Eiffel-torony adóállomásának jeleit a Pantheonon jól fogták, de megfordított irányban az első kísérletek nem sikerültek. Eleinte azt hitték, a torony vastömege okozza a vételi nehézségeket, de Eiffel hivatkozott egy régebbi, hadihajón végzett kísérletére, amely jól sikerült; a hajó vastömege nem akadályozta a vételt. Később kiderült, hogy a Pantheonon működő adókészülék hibás volt, azért nem sikerült a vétel. 1899-ben már egy Angliában felállított állomás és az Eiffel-torony rádiója között jól tudtak jeleket váltani.

A francia hadsereg is, bár mérsékelten, de érdeklődött a kísérletek eredménye után. *M. de Freycinet* nyugalmazott – hatszoros – hadügyminiszter, az 1848-as forradalom tevékeny résztvevője barátjával, *Ferrié* kapitánnyal hozzáfo-

gott a szikratávíró népszerűsítéséhez. Igyekeztek a hadsereg illetékeseinek figyelmét is felkelteni. Ők is az Eiffel-tornyot választották ki, úgy gondolták, a magasban levő adóállomás feltehetően nagyobb távolságra képes majd jeleket sugározni. Eiffel ajánlatára földelésként magát a tornyot használták, antennául az egyik teraszról lelógatott drót szolgált. A kísérleti adó-vevő berendezés számára egy kis fabódét tákoltak össze 150 méterre a torony lábától. A Marsmező – itt állt a torony – akkoriban még mezőség volt, ahol nyulakra vadásztak. A toronyból leengedett antennadrótot a mostani Suffren sugárút egyik fájához erősítették, onnan húzták be a bódéba.

Eiffel indítványára 1903-ban a tornyot a hadsereg kísérleti híradó osztagának rendelkezésére bocsátották. Eiffel vállalta a költségeket is, de azt a hadügyi kormányzat nem fogadta el. Ferrié úgy emlékezett vissza ezekre az időkre, hogy a hadsereg csupán azért egyezett bele a kísérletezésbe, hogy ne tartsák őket maradiaknak. Valójában nem hittek a sikerben, ezért a kísérleteket csak nagyon langyosan támogatták. Mindössze öt utászkatonát osztottak be, közöttük fűzőkészítő, fogtechnikus, ács stb. volt, de villanyszerelő véletlenül sem.

A század első évtizedének embere a „nagy vállalkozások korát" élte, amikor a nagy repülőutazások, a gépkocsitúrák éppen úgy izgatták az emberek fantáziáját, mint ma az űrutazások. Ekkor történt, hogy a Temps című párizsi napilap kísérletként föld körüli rádióadást szervezett. A már működő gyér számú rádió-adóállomás, a tengeri kábelek, valamint a szárazföldi távíróvonalak segítségével a telegramm a 40 ezer kilométeres távolságot 11^h 35'-kor elindulva több mint 6 óra alatt tette meg, és 17^h 55'-kor visszaérkezett a kiindulási helyére, a Temps szerkesztőségébe.

1904-ben Ferrié mellé osztották be *Brenôt* főhadnagy, lovas híradó tisztet, minden műszaki újítás lelkes barátját.

A Mont Valérien-laktanyában állomásozó távírászzászlóalj tisztje volt. Szenvedéllyel vetette magát a munkába, szerette a zümmögő távírókészülékeket. Katonáival együtt mászott a csűrök tetejére, a tornyokba, hogy az antennát elhelyezze. Az Eiffel-toronyban is hosszú időt töltött, itt ismerkedett meg Branlyvel – a koherer feltalálójával –, aki Brenôt készülékeit nézegetve bevallotta, hogy nem is álmodta, hogy egy szikratávíró-állomás ilyen érdekes.

Brenôt fogadta a toronybeli állomáson megjelent előkelőségeket, tudományos nagyságokat, így *Albert Einsteint,* a relativitáselmélet megalkotóját és Paul Langevint, az ultrahangnak és az atom szerkezetének egyik legnagyobb kutatóját.

Brenôt és Ferrié sokat foglalkozott a gyarmatokon használható híradó berendezések megszerkesztésével. A trópusi esők, a hangyák, a rágcsálók ugyanis mindent elpusztítottak, összerágtak, és megtörtént, hogy a fejhallgatóban jelentkező „ciripelést" nem az elektromos hullámok, hanem apró bogarak váltották ki.

1906. év elején Ferrié kezdeményezésére Párizs város tanácsa tárgyalást kezdett a kísérletezőkkel – a hadsereggel –, hogy az Eiffel-torony rádióállomását a város átveszi. A kiadósan elhúzódó tárgyalások két esztendeje alatt 160 jegyzőkönyvet körmöltek.

Mialatt a tárgyalások folytak, a hadihajók, a személy- és a teherszállító hajók rádiói figyelték az Eiffel-torony rádiójának adását. Megfigyelték, hogy a vétel főleg éjszaka jó. Amikor a párizsi adást már 3000 kilométeres távolságból tudták venni, Algériában közvetítőállomást rendeztek be Afrika belseje felé. Amerikába még csak nagyon bizonytalanul tudtak táviratozni. Amikor az afrikai chaouiai bennszülöttek ellen a francia idegenlégió felvonult, a Casablancában horgonyzó „Kléber" cirkáló időnként jelentést adott a hadműveletekről az Eiffel-torony állomásának.

Mindaddig, amíg az állammal – és Párizs várossal – meg nem egyeztek, a rádióállomás a fabarakkban „üzemelt". Később a dísztelen fabódét lebontották, s az állomás pincehelyiségben rendezkedett be, de 1910-ben az árvíz alkalmával a szennyvízelvezető csatorna átszakadt, és elöntötte a pincét. Az 59 ezer franknyi kárt a hadügyminisztérium csak hosszas huzavona után térítette meg – a városnak –, mondván, hogy az egész újítás nem ér annyit . . .

Közben a rádió a távoli világrészek eseményeinek – vulkánok kitörése, helyi háború, árvizek, földrengések – hírét vitte Párizsba a szenzációéhes napilapok számára.

Már háborús szelek fújdogáltak, amikor *Jusserand* amerikai francia nagykövet beszédében a valamennyi francia által a „Torony" iránt érzett szeretetről beszélt, amely „Franciaország őrzőjévé" vált, hogy időben tudósítson a veszélyről.

1912-ben október 15-től kezdve a „Torony" rádiója pontos időjelzést ad. Ez nemcsak a vasút és más szolgálat számára volt fontos, hanem a tengeri hajók navigációját is biztonságosabbá tette.

Az első világháború idején a „Torony" rádióállomása fontos szerepet töltött be. A toronyteraszokon géppuskák várták a német Taubékat, tehát valóban „Franciaország őrzőjévé" vált.

SZIKRATÁVÍRÓ A HADSEREGEKBEN

A híradástechnika mindenkor a háború körülményei közepette mutatott fel számottevő fejlődést. Gondoljunk csak Trója elestére vagy Győr visszavételére. Ezért a drótnélküli táviratozás is elsősorban a „katonai szakembereket" érdekelte.

Az orosz hadseregben az első hivatalos kísérleteket 1902-ben végezték, amikor a 148. gyalogezred garnizonjában *Popov, Ribkin* és *Trveckij* szerelték fel a rádiót és használatára a tiszteket oktatták. A rádiós tisztek kiképzési tervezetét 1901–1905 között Popov dolgozta ki; az új technikát elsősorban a haditengerészet híradós tisztjeivel ismertették meg. Ekkor Popov Szentpétervárott, az Elektrotechnikai Intézet professzoraként működött.

1901-ben nem katonai, hanem hidrográfiai célra kísérletképpen érdekes rádióvonalat rendeztek be. A rosztovi kikötő – 48 versztnyire az Azovi-tengertől – sokat szenvedett a szél hatására hirtelen felduzzadó víztől, a váratlan áradásoktól. A két-három méteres vízszint-emelkedés a hajók rakodását megzavarta, és más közlekedési nehézségeket is okozott. Megbízható előrejelzésre volt szükség. A szikratávíró bevezetéséig erre a célra szemaforvonal működött, majd a „Doni bizottság" felkérte Popovot a korszerű híradó

vonal létrehozására. A tengerparton berendezett hidrográfiai állomás szikratávírója idejében értesítette a kikötőparancsnokságot az árhullám megindulásáról.

1904. november 12-én a cár elrendelte két önálló keletszibériai távírászszázad felállítását. Távíróállomásaik 200 kilométeres hatótávolságú Marconi-rendszerű készülékek voltak. A felszerelést optikai jelzőkészülékek egészítették ki.

Az orosz–japán háborúban az orosz erődítményeket és a hadihajókat Telefunken-rendszerű rádiókkal szerelték fel. Itt alkalmazták először a *dr. Koepsel* által feltalált légszigetelésű forgókondenzátort (mai napig is a rádió jellegzetes alkatrésze.) Az elforgatással megváltozik a kondenzátor kapacitása, ezzel a készülék frekvenciáját a beállítandó értékre lehetett hangolni. A napjainkban néhány grammnyi eszköznek ekkor még több kilogramm súlya volt. A háborús Telefunken-készülékeknél elektrolitikus detektor szolgált a hullámjelzésre.

A szikrainduktor helyébe is egyre gyakrabban szereltek nagyfrekvenciájú forgó generátorokat. Első megalkotójuk, *Nikola Tesla* (1856–1943) magyarországi születésű, Amerikában élő horvát mérnök volt (emlékére Belgrádban szép múzeumot rendeztek be). Rendszerét már 1889–1890-ben kidolgozta. Később G. Arco, R. Fessenden, E. Alexanderson szerkesztettek hasonló gépeket.

Ezek a körforgó nagyfrekvenciás gépek mindaddig, amíg a csendben működő rádiócsövek megjelentek, zúgtak, és a nagy rádió-adóállomásokon valóságos géptermek voltak. *V. P. Vologyin* orosz fizikus és mérnök 1912-ben különleges nagyfrekvenciás gépet szerkesztett, amelyet kezdetben 150 kilowattig terjedő, majd – 1930-ban – 600 kilowattos adók működtetésére is felhasználtak. A húszas években az ilyen gépek keltette hullámok segítségével Moszkva és New York között sikerült rádiókapcsolatot fenntartani.

Az összeköttetéseket hosszúhullámon valósították meg. Ezek a földfelület mentén terjedve gyenge csillapítást szenvednek.

Oroszországban 1908-ban vezették be kötelezően a hajók rádióval való felszerelését. A sort a „Rosszija" nevű gőzös nyitotta meg, amely két kilowattos adójával 500 tengeri mérföldre táviratozhatott. A hajókat eleinte Telefunken-berendezéssel látták el, majd a kialakuló orosz rádióipar a külföldi berendezéseket egyre jobban kiszorította.

A rádiózást Németországban is csakhamar a hadsereg szolgálatába állították. *II. Vilmos* császár – a német militarizmus prominens képviselője – minden haditechnikai újítás felkarolója, a haditengerészet szerelmese, a hadirepülés, a hadiléghajózás és az automobilizmus lelkes támogatója, azonnal felismerte, hogy a rádiónak a hadviselésre számottevő hatása lehet. Személyes parancsára 1897-ben megkezdték a kísérleteket. *Slaby,* majd később *Braun* professzor, és a Siemens–Halske-vállalat mérnökei a rádió ügyét a tudományos alapkutatás területén, valamint a tábori készülékek szerkesztésével vitték előre. Slaby, a császár és környezete előtt tartott előadásaival az új találmány népszerűsítése terén is hatékonyan munkálkodott.

1898-ban Berlin és Jüterborg között 60 kilométeres távolságra táviratoztak. Az antennát sárkányballon emelte 500 méter magasba.

Az 1900-ban megtartott csapatgyakorlatokon a hordozható tábori készülékek 8 kilométeren kifogástalanul működtek. Ezekben a kísérletekben Braun is részt vett. 1901-ben, 1902-ben, 1903-ban a „császárgyakorlatokon" már szervezett rádiós alakulatok rendszeresített készülékekkel vettek részt.

A németek harci körülmények között első ízben 1904-ben Délnyugat-Afrikában – a herero lázadáskor – a német gyarmati módszerek ellen fellázadt bennszülött törzs ellen

folytatott megtorló hadjárat során alkalmazták a rádiót. A gyarmati háborúban két szikratávíró alakulat vett részt. Egy-egy alakulatnak két kocsija és egy taligája szállította a felszerelést. Személyi állományuk egyenként 4 tisztből, 9 altisztből és 79 főnyi legénységből állott.

A nehéz afrikai terepen a négykerekű kocsikat jobban tudták használni, mint az igen könnyen felboruló taligákat. A szikratávírók erőforrásául benzinmotoros aggregát szolgált, de használtak akkumulátor telepeket, sőt kézi hajtású dinamójuk is volt. A hadjárat során 100–180 kilométer távolságra táviratoztak, ezt később reléállomással 450 kilométerre fokozták. Az ellenség részéről történő zavarással nem kellett számolniuk, hiszen a mezítlábas harcosoknak semmiféle műszaki felszerelésük nem volt. A hadjárat folyamán a hatótávolságot a reléállomások láncolatával sikerült 630 kilométerre fokozni. Az afrikai rádiós alakulatok német parancsnoka a bennszülöttekkel vívott harcban elesett.

A Telefunken Társaság az afrikai tapasztalatok alapján a készülékeken sokféle átalakítást végzett. Kiderült, hogy a drótok szigetelése, a faalkatrészek, a textíliák a hangyáknak és a rágcsálóknak estek áldozatul, a fém alkatrészeket pedig a nedvesség pusztította. Tábori használatra 2 tonna összsúlyú felszerelést állítottak össze, 200 wattos benzinmotoros dinamóval. Hullámgerjesztésre 400 mm szikrahosszúságú leideni palackokkal kapcsolt induktort használtak. A hegyi felszerelést málhás állatokon szállították, ezekhez mindig adtak kézi hajtású dinamót is, mert a technika ekkori fejlettsége mellett még nem tudtak olyan könnyű benzinmotoros áramfejlesztőt előállítani, amelyeket málhás állatra felszerelhettek. Jeladásra morzekulcs, az antenna felemelésére gázzal töltött ballon vagy sárkány szolgált. Később három acélcsőből összeállítható antennaárbocot készítettek. Vételre a koherer szolgált.

A híradó alakulatok személyi állománya 2 lovas tisztből, egy altisztből, 3 kezelőből, 1 szeraltisztből és 5 főnyi legénységből állott. Az állomás közvetlenül a vezérkar alárendeltségében működött. Menetből 8–10 perc alatt telepítették és üzembe is helyezték.

A hegyi és a gyarmati felszerelésbe tartozó taligákat két, egymás elé fogott ló vontatta. A taligák a híradó felszerelésén kívül hűtővizet, benzint, gázpalackot is szállítottak.

További lépésként a léghajós alakulatok, majd később – 1905-ben – a csapatok is kaptak rádiót. A léghajós „Funkenabteilung" 8 tisztből, 15 altisztből, 85 főnyi legénységből állott, a felszerelést 40 fogatolt jármű szállította. Az erődítmények részére külön szerveztek állandó alakulatokat. (Ahogyan létezett vártüzérség, úgy szervezték az erődítmény szikratávíró-állomásokat is.)

A haditengerészet Cuxhaven kikötője és az „Elbe I." nevű jelzőhajó között létesített első ízben rádióval kapcsolatot. A kísérletek Braun és tanársegéde, *Jonathan Zenneck* közreműködésével folytak.

A rádiós kísérleteket a német hadseregben a császár lelkesedése ellenére meglehetősen bizalmatlanul figyelték, és nem csináltak titkot belőle, hogy a legmegbízhatóbb híradó eszköznek a jelentő lovast tartják.

A repülőgépek és a léghajók szikratávíróval történő felszerelése már a repülés kezdetén szükségesnek látszott. A hadirepülés kezdeti éveiben a légi járműveket elsősorban felderítésre szánták, s a feladat az volt, hogy az ellenség vonalai mögött látottakat a kiküldő parancsnoksággal, a vezérkarral mielőbb közöljék. Arra nem volt mód, hogy a léghajó vagy a repülőgép a felderítés végrehajtása után megforduljon, hazamenjen és a jelentést így juttassa el az illetékesekhez. Ez roppant sok időbe tellett, közben az adatok is megváltozhattak, és így a repülő jelentése hibás intézkedéseket válthatott ki.

Egy, 1913-ban Berlinben kiadott, katonai repüléssel foglalkozó könyv „Die gegenwärtige Militärflugwesen und die Militärluftschiffahrt der europäischen Grossmächte" (A katonai repülésügy és léghajózás helyzete az európai nagyhatalmaknál) az akkoriban kibontakozó hadirepülésről szólva elmondja, hányféleképpen lehet a felderítés eredményét jelentés formában leadni.

1. Legegyszerűbb a leszállás; ez kockázatos, mert leszálláskor a gép megsérülhet, a pilóta megsebesülhet.

2. A pilóta jelentését nem törékeny anyagból készült táblácskára írja, és kijelölt helyen ledobja. A módszer jó, de nagy gyakorlatot kíván.

3. Fénytávíróval ad jelet. Ez jó módszer, de szintén igen nagy gyakorlatot igényel, és nagy magasságból nem használható.

4. Legjobb a szikratávíró, tehát ajánlatos a felderítő repülőgépeket dróttalan távíróval ellátni.

A felderítőgépeket kezdetben csak adóval látták el, hogy a pilóta közölhesse a látottakat. A készülékek nagy súlya miatt a század elején tömérdek huzavona után csak a zeppelin és parseval típusú léghajókat szerelhették fel adó-vevő készülékkel. 1912-ben a franciaországi őszi gyakorlatokon már repülőgép-távírók is működtek, ugyanakkor a német Gross őrnagy – M. II. jelzésű puha testű parseval típusú léghajó adó-vevő készülékkel felszerelve – végzett felderítő repülést.

A cári orosz hadseregben a több motoros repülőgépekkel végzett gyakorlatokon már a tízes évek elején megjelentek a rádiókészülékek. 1911-ben *D. M. Szokoljev* ezredesnek első ízben sikerült rádiókapcsolatot létesítenie gépe és a földi állomás között.

RÁDIÓ AZ ELSŐ VILÁGHÁBORÚ IDEJÉN

A kezdet

Az első világháború megindulásakor a hadviselő államok híradó alakulatai a legváltozatosabb kivitelű szikratávírókkal felszerelve vonultak a frontokra, emellett berendezéseik jó része még alig esett át a csapatpróbán. A technika kialakította az elfogadhatóan működő, nem túl nagy súlyú és terjedelmű tábori és hajókon is alkalmazható készülékeket. A léghajók és a repülőgépek rádiói azonban távolról sem nyújtották azt, amit vártak tőlük.

Az 1914-es adókészülékek szikrainduktorral, rezgőkörökkel, leideni palackokkal; a vevők kohererrel mágneses és elektrolitikus detektorokkal működtek. Az elektroncsöveket már ismerték ugyan, de a gyárak laboratóriumaiból még nem kerültek ki.

A kezdetleges készülékekkel mégis meglepő eredményeket értek el. Megkezdték az ellenség hírrendszerének zavarását, megtévesztő jelzéseket adtak, hamis parancsokat közvetítettek, álhíreket sugároztak. Az 1914-ben megindult és napjainkig tartó rádióháború bővelkedik izgalmas részletekben, de átfogó ismertetésükre máig sem került sor.

A kémek, az ügynökök számára kis méretű adó-vevő állomásokat készítettek. Ezek utazóbőröndük kettős falában, befőttesüvegekben, lomos fiókokban rejtőztek. A különleges kapcsolású „heterodin" készülékeket távoli ellenséges adók lehallgatására szerkesztették; később ezekből alakultak ki a „szuperheterodin" műsorvevők.

A központi hatalmak – Németország, Ausztria–Magyarország, Bulgária és Törökország – előtt bezáródtak a világ kapui. A távoli kontinensekkel csak a szikratávíró tartott kapcsolatot. A semleges országokon keresztül volt ugyan valamelyes személy- és teherforgalom, de ez a „békebelinek" elenyésző töredéke volt, a hírforrások is csak lassan „csordogáltak". Ilyen körülmények között a rádiót mindenáron fejleszteni kellett.

A Marconi Társaság – a német rádióipar örök ellenlábasa – az Amerikában levő Telefunken-állomások működésének betiltására azonnal akciót indított; a Sayville-ben levő állomás azonnali leszerelését követelte. *Braun* professzor közbelépésére Amerika hadba lépéséig mégis üzemben maradtak. A központi hatalmaknak az Ázsia, Afrika, Dél-Amerika és Ausztrália felé irányuló hírszolgálatát a Jáva szigetén, Pekingben és Buenos Airesben levő Telefunken-adók egészítették ki. 1916-ban Törökországban, Polában (osztrák–magyar hadikikötő) és Königswusterhausenban (Berlin közelében) építettek nagy teljesítményű adókat. A sayville-i adóállomás kiesése után pedig a neueni adó energiáját 400 kilowattra emelték.

A korlátlan búvárhajóharc meghirdetése után az angol szigetország körül ólálkodó német tengeralattjárók egymással, hazai támaszpontjaikkal, angliai ügynökeikkel, közvetítőállomások útján tartottak kapcsolatot. Ezeknek a közvetítőhajóknak a története ugyancsak igen érdekes és napjainkig kevés adat került nyilvánosságra.

A németek a rádióadások közvetítésére az „U-Deutsch-

land" nevű tengeralattjárót rendezték be. Ezt a „kereskedelmi tengeralattjárót" Amerika semlegessége idején áruszállításra használták. Rezet, gumit, nikkelt, krómot hozott Amerikából Németországba, onnan festéket, gyógyszert, finom vegyipari cikkeket vitt Amerikába. Az északi vizeken való biztonságosabb közlekedésre, jégtörő Sarkantyúval is felszerelték. Amerika hadba lépése után az Atlanti-óceánon cirkált mint rádiórelé-hajó.

Az „U-Bremen" hasonló céllal épült, de legelső útján – feltehetően géphiba következtében – eltűnt.

Az „U-Deutschland" az amerikai partokra kicsempészett ügynökök rádiójelzéseit továbbította Németország felé. Ezt a működését a mai napig is a legsűrűbb homály fedi, a résztvevők közül sokan élnek, de nem óhajtják szereplésük titkait felfedni.

Úszó rádióállomásokat később is létesítettek, és ma is vannak ilyenek. 1933-ban a „Schwaben" és a „Westfalen" nevű hajó a dél-amerikai léghajó- és repülőgép-közlekedés támogatására cirkált a tengeren. Napjainkban a híradástechnikai műholdakkal való kapcsolat fenntartására több elavult repülőgép-anyahajót alakítottak át televíziós és rádióközvetítő-állomássá.

Az első világháború idején működött nagyobb – helyhez kötött – rádióállomásokról a nemzetközi távíróegyesület berni irodájának kimutatása nyújt tájékoztatást. Eszerint 1917-ben 5236 rádióállomást tartottak nyilván; közülük 933 Telefunken-, 2126 Marconi-, 2177 pedig különféle más rendszerrel dolgozott. Ilyenek voltak a Poulsen-, a De Forest-, a Goldschmidt-, a Lodge-Muirhead-, a Willis Bross-, a Rochefort-, a Lepel-, a Claudet-, a Ducretil- stb. rendszerek. Az osztrák–magyar hadvezetőség mindvégig a Telefunken mellett tartott ki.

1918-ban a távolsági rekordot a neueni Telefunken-adó

tartotta, adását 19 300 kilométer távolságban egy „De Forest" rendszerű új-zélandi állomás vette.

Az adatokhoz csak azt fűzhetjük hozzá, hogy a második világháború idején működött rádió-adóállomások számát még csak megközelítőleg sem lehet megállapítani.

Az elektroncső forradalmasítja a rádiózást

A szikrainduktor, a leideni palackokkal képezett rezgőkör, a Hertz-féle rezonátor, a koherer, a sokféle hullámjelző, a körforgó nagyfrekvenciás gépek, a Braun-féle kapcsolás, az ívfényadó, mind a rádió őstörténetének útját jelzik. Beszédet, zenét ívfényadóval tudtak rövid távolságra adni, a szikraadókkal csak jeleket lehetett továbbítani; a csillapodó hullámok ugyanis alkalmatlanok a beszéd és a zene továbbítására. Ehhez fel kellett találni a csillapítatlan hullámokat sugárzó berendezést. A döntő minőségi változást az elektronika korszakának egyik alkotása az elektroncső hozta meg.

Edison még 1883–1884-ben az izzólámpák kiégésének okait vizsgálva, sokféle kísérletet végzett. Jegyzőkönyveinek sora mutatja, milyen szívós kitartással haladt lépésről lépésre előre.

Az izzólámpa izzószála közelében elektródot helyezett el, és azt tapasztalta, hogy az izzószál és elektród közé feszültséget kapcsolva az elektromos áram „átfolyt" a légritka téren – de csak az egyik irányban. Az izzószálból kirepülő negatív töltésű elektronok mintegy „átvitték" az áramot a katódról az anódra, feltéve, hogy az izzószálhoz a negatív, az elektródhoz a pozitív sarkot kötötte. Ha az áramforrás két sarkát felcserélte, az áramlás megszűnt.

A jelenség felhasználható váltakozó áram egyenirányítására, mert a cső úgy működik, mint valami szelep, amely az áramló folyadékot vagy gázt csak egy irányban ereszti át. A jelenséget felfedezőjéről „Edison-hatásnak" vagy „szelephatásnak" mondták.

Arthur Wehnelt (1871–1944), a róla elnevezett elektrolitikus áramszaggató világhírű feltalálója, Edisontól függetlenül 1901-ben megalkotta az egyenirányító – ventilnek, szelepnek nevezett – csövet, amelyet két elektródja miatt „diódának" neveztek el.

Ha az izzókatódra galvántelep áramát kapcsolják, akkor abból a hő hatására elektronok lépnek ki. Ezek – az ott levő pozitív feszültség hatására – a cső szemben fekvő oldalán levő anódra repülnek. Ha az anódon negatív feszültség van, akkor a villamos erőtér a vonzás helyett az elektronokat az anódtól eltaszítja, így áram nem folyik. Ha tehát az izzókatódra a váltóáramú forrás egyik sarkát, az anódra a másikat kapcsolják, az áram csak az anód irányába halad, következésképpen lüktető egyenáram jelentkezik. Egy idő múlva az izzókatód kimerül, nem képes elektronokat tovább kibocsátani, a cső elgyengül. Ha a feszültséget – és vele az izzószál hőmérsékletét – emelik, az elektronok áramlása újból megindul, de a cső gyorsan kiég.

Wehnelt azt is felfedezte, hogy az alkáli fémek oxidjai kis feszültségű árammal izzítva katódsugarakat bocsátanak ki. Ezt a jelenséget vizsgálta 1905-ben *Robert v. Lieben* osztrák kutató, aki 1906-ban az elektródok közé épített ráccsal újszerű erősítő csövet szabadalmaztatott. Hasonló szerkezetet készített ugyanebben az évben *De Forest* amerikai feltaláló is. Ezzel megnyílt az út a gyengén érkező rádiójelek vételére, erősítésére olyképpen, hogy 50 évre kijelölte a rádiótechnika fejlődésének menetét; változást csak a tranzisztorok megjelenése hozott.

Lee De Forest, 1873-ban Council Bluffs városkában –

Iowa államban – született, és már 16 éves korában elhatározta, hogy feltaláló lesz, noha még nem tudta, hogy mit akar feltalálni. 1899-ben a Hertz-féle kísérletekről írt doktori értekezést, amelyben a hullámok visszaverődésére irányítja a figyelmet. Tanulmányozta a Hertz-féle hullámoknak drótokon – drótok mentén – való terjedését. Nikola Teslát – a híres horvát feltalálót – tekintette ideáljának. A Western Electric chicagói gyárában 1906-ban kidolgozta a triódát. 1961-ben halt meg, életéről szép, tudományos ismeretterjesztő film készült.

Az elektroncsövekkel Angliában *John A. Fleming* foglalkozott, és 1903-ban a diódát nagyfrekvenciájú áram egyenirányítására használta fel. Nem sokkal később az elektroncsövet detektorként használta, tehát a koherer és más nehézkes szerkezetek helyett alkalmazta.

A De Forest-féle triódában a két elektród közé szerelt finom fémrács segítségével a gyenge jeleket fel lehetett erősíteni. A feltaláló az újszerű csövet audionnak nevezte el.

Az audion funkciója kettős. A rács és a katód között mint detektor működik, és leválasztja a hangfrekvenciás jelet a nagyfrekvenciás jeltől, majd pedig triódaként fel is erősíti. Így az anódon már megfelelő nagyságú hallható jelet kaptak, amelyet fejhallgatóba lehetett vezetni. Az audion az első olyan szabadalmazott kapcsolás, amely az elektroncsövet több funkció egyidejű megvalósítására használta fel.

Ha a trióda rácsán nincs feszültség – nem érkezik jel –, az elektronok a katódról akadályoztatás nélkül repülnek az anód felé, mintha a rács ott sem lenne. Ha azonban a rácsra csupán csekély pozitív feszültséget vezetnek, a fűtőszál előtt levő rács az elektronok mozgását sokkal jobban befolyásolja, mint a távolabb levő anód, még akkor is, ha aránytalanul nagyobb feszültség jut rá, mint a rácsra.

A rácson levő pozitív töltés hatására az elektronok sebessége meggyorsul, és a tekercs alakú rácson óriási sebességgel „átlódulnak" az anód felé; a rács az elektronok mozgását felgyorsítja.

Ha a rácsfeszültség negatív, a katódról a rács felé repülő elektronok lelassulnak, megállnak, egy részük visszajut a katódra. Az elektronáramlás megszüntetésére már elenyészően csekély negatív feszültség is elegendő. A rács töltésének egy voltos változása – a repülő elektronok számára – annyit jelent, mintha az anódon 200 voltos változás menne végbe, ami végső soron a beérkező jel feszültségének 200-szoros növekedését váltja ki. Más szóval az elektroncső erősítő lett.

A korszerű csövekben több ráccsal, több milliószoros erősítést lehet elérni. A több rácsos csövek terén a *Schottly* által 1916-ban bevezetett árnyékolórács jelentett nagy lépést.

Az elektroncsövek nagysága a második világháborúban használatos légvédelmi gránátok közelségi gyújtóinak parányi – gyűszűnél kisebb – csöveitől az embermagas adócsövekig változik, de alapelvében valamennyi egyforma.

Az elektroncső felhasználásának technikájában fontos lépést jelentett az *Alexander Meissner* német fizikus által kigondolt visszacsatolás, pontosabban a pozitív visszacsatolás. Ennél a felerősített jelek egy töredékét olyan ütemben vezették vissza a rácsra, hogy az ott levő erősítendő jeleket növelje. Így a rendszer erősítése növekedett. Ha a visszacsatolás mértékét fokozták, a cső maga is termelt jeleket, anélkül, hogy a rácson külső jel lenne. Így jött létre a visszacsatolás útján működő oszcillátor-kapcsolás, amely csillapítatlan hullámokat gerjesztett. Ha a visszacsatolás a rácsra vezetett erősítendő jelek nagyságát csökkenti, negatív visszacsatolás áll elő. Ez végeredményben kisebb erősítést

eredményez, de csökkenti az elektroncső által okozott jeltorzítást.

1913-ban *Irving Langmuir* a visszacsatolás segítségével a beérkező igen gyenge jeleket hangszóróban hallhatóvá erősítette.

A csövek teljesítőképességét a vákuum fokozásával is lehetett javítani. *M. Pirani* (szül. 1880.) nagyvákuummal működő csöveket szerkesztett.

A kutatók a rádiócsövekkel folytatott kísérletek során észrevették, hogy az erősítőcsövek voltaképpen rezgésforrások, akárcsak a szikrainduktor szikrázó elektródjai. Ezért adásra felhasználhatók. Az elektroncsövek által keltett hullámok nem csillapodnak, így a beszéd és a zene nagy távolságú közvetítésére alkalmasak. Ezzel a felismeréssel a rádiótechnikában új lehetőség nyílt meg, bár a gyakorlati kivitelezés még eléggé távolinak tűnt.

Popov utódai

A világháború első szelére a külföldön tanuló és dolgozó orosz fizikusok visszatértek hazájukba. Így Ferdinand Braun kiváló tanítványa, *N. D. Papalekszi* is Strasbourgból sietve visszatért Oroszországba. Itt az elektrofizika területén a Braun-féle iskola buzgó művelőjeként dolgozott tovább. Nagy fizikakönyvét magyarul is kiadták. Papalekszi sokat foglalkozott a rádiócsövekkel, és az orosz, majd szovjet rádióipar kifejlesztése terén eredményesen tevékenykedett.

A háború idején az angol és a francia rádiócsövek csak óriási kerülővel jutottak Oroszországba. Ezért *Boncs-Brujevics* főhadnagy a saját lakásán üvegfúvóműhelyt rendezett

be, ahol a Volga menti Tver város rádióállomásához szükséges lámpaburákat készítette. Minthogy azonban ő nem volt üvegtechnikus, a burákat két darabból fújta és később forrasztotta össze őket. Parancsnoka, *Aisztov* kapitány nem nézte jó szemmel a „haszontalan" és idegen dolgokkal való foglalkozást és meg is tiltotta, hogy az állomás műhelyét ilyen célra használják. Boncs-Brujevics így csak lakásán barkácsolhatott, munkájában *Bobkov* közlegény és *Kabosin* öreg tiszthelyettes segítette. A légszivattyú csövét az átfúrt asztalon vezették át, és rádiózás közben a szivattyút állandóan hajtották, mert a vákuumot csak így tudták fenntartani. Az üzemképes csővel később Kabosin tiszthelyettes a párizsi Eiffel-torony adását is vette.

A háború későbbi időszakában két üvegfúvó is került az állomásra, akik már zárt ballonokat készítettek. A csöveket kettős foglalattal látták el, hogy kiégés után a lámpát megfordítva egy ideig még használhassák. A sok fáradozás eredményeként 1915-ben a cső Boncs-Brujevics laboratóriumából rádiócső gyártására alkalmas kivitelben került ki.

És 1917. november 22-én a pétervári haditengerészeti rádióállomás orosz elektroncsövek felhasználásával sugározta *Lenin* üzenetét: „Katonák, a béke ügye a kezetekben van."

Ekkoriban a tveri rádióállomáson már laboratórium működött, s a kísérleti műhelyben készültek a katódrelék; 1918 júliusáig a kis laboratórium, egyben műhely 1500 darab „tveri rádiócsövet" készített és száz rádió-vevőkészüléket állított össze. Ez év decemberében *Lenin* rendeletére a Posta- és Távíróügyi Népbiztosság új, nagyobb laboratórium és modern műhely felszerelését irányozta elő Gorkijban (akkor Nyizsnyij Novgorod). Itt Lenin kívánságára és határozott utasítására az ívfényadók helyett az elektroncsöves adásvétel fejlesztését tűzték ki célul.

Az új laborban dolgozta ki 1919–1921-ben Boncs-Bruje-

vics az első vízhűtéses elektroncsöves oszcillátort. A csőben az addig nélkülözhetetlennek tartott, ritka és drága tantálfém helyett vörösrézből készült elektródokat építettek be. Az üreges elektród egy része a burából kiállt, és így a felhevülő fémtesten vizet lehetett keresztülvezetni. Az ily módon hűtött csövekkel már 25–50–100 kilowattos adók működhettek. A későbbiekben gyártott óriás csövekkel épített adók több ezer lóerőt meghaladó teljesítményt „vesznek fel" a műsoradás közben, így a csövek hűtővize az adóállomás helyiségeinek fűtésére alkalmas.

A repülőgépek és a léghajók rádiói

A tízes évek elején Oroszországban, Franciaországban, Németországban és másutt is sokat és sokan kísérleteztek a légi járművek szikratávíró-állomásaival, de a repülés és rádiózás emberei nem tudtak szót érteni egymással. Ennek több oka is volt.

A léghajókat kezdetben hidrogénnel töltötték, és a nagyméretű igen drága légi járműveken a szikrákat pattogtató adókészülékek felettébb veszedelmes berendezésnek bizonyultak, mert a zárt kabinokba beszivárgó gáz a levegővel könnyen robbanóelegyet képezett, ez pedig a szikrától meggyulladhatott. A régebbi nyitott gondolás léghajókon ez a veszedelem nem volt meg, a katasztrofális léghajóégések a zárt gondolák bevezetésével kezdődtek. A léghajósok így féltek a rádiótól.

A repülőgép-konstruktőrök és a pilóták pedig azt tapasztalták, hogy a motor gyújtógyertyái az elektromos hullámok valóságos felhőjét keltették, amelyben a rádió-adásvétel csak torz jeleket eredményezhetett. Ugyanakkor a rendkí-

vül gyúlékony benzin közelében induktort működtetni szintén veszélyes művelet volt, így a repülők nem ok nélkül féltek a rádiótól. Természetesen voltak bátrabb konstruktőrök és pilóták, akik vállalták a „repülő villamosszék"-ben való tartózkodást. Hozzájárult még, hogy a lelógatott antenna az amúgy is ingatag légi járművek repülés közbeni stabilizálását akadályozta.

Sárkányballonok nyitott kosarában erős szélben nem kellett a gyúlékony gázelegy képződésétől tartani, motor sem működött a közelben, ezért már 1899-ben az osztrák-magyar, az orosz és a francia megfigyelő sárkányballonokon sikeresen alkalmazták a rádiót.

A merev testű léghajókon az alumínium váz (a Schütte–Lanz ragasztott falemez-vázú léghajókon a motor) szolgált földelésként; antennának súllyal terhelt, lelógatott dróthuzalt használtak. 1910 körül a repülőgépek és léghajók szerkesztői – húzódozva bár, de sikeresen kipróbálták a légi járművek szikratávíró berendezéseit.

A Telefunken-gyár 1912-ben kifejezetten léghajók és sárkányballonok részére 3,5 kilogramm súlyú vevőkészülékeket gyártott elsősorban az időjárásjelentések és a parancsok vételére. Később, amikor a szikraközök megfelelő befoglalásával a gázrobbanás veszélyét minimálisra csökkentették, már adókészülékek is kerültek a léghajókra.

A háború idején a Parseval- és a Zeppelin-rendszerű léghajók számára váltóáramú (3000 ford/perc), 500 periódusú, 500 wattos áramfejlesztőket szereltek fel. A generátort a léghajómotor hajtotta, földelésként („ellensúlynak" is mondják) a léghajó fém alkatrészei, antennaként lebegő huzal szolgált.

A repülőgépek rádióit – aszerint hogy közel- vagy távolfelderítő gépek jelentésének közlésére szolgáltak – több típusban szerkesztették. Áramforrásként kis légcsavarral hajtott dinamót is használtak. A fel- és leszálláskor a rádiót

akkumulátortelep működtette, a rádiójelek vételére a pilóta fejvédőjébe épített telefonkagyló szolgált.

A háború megindulásakor a francia, az angol, az orosz és az olasz légierő (utóbbi később lépett a háborúba) Marconi-rendszerű rádiókat használt. A központi hatalmak – így az Osztrák–Magyar Monarchia is – a Telefunken-készülékeket vezette be. Jobbnak tartották a Marconi-készülékeknél.

Az együléses vadászgépek számára könnyű készüléket fejlesztettek ki. Kezelőgombját a kormányboton – a géppuska nyomógombja mellett – helyezték el. A készülék elsősorban a pilóta repülés közbeni irányítására szolgált. A földről ugyanis hamarább észre lehet venni a légtérben megjelenő repülőgépet, mint a pilótaülésből.

A bombázók és a távolfelderítő repülőgépek rádiója ebben az időben 300–1600 méteres hullámhosszon dolgozott. Áramfejlesztőjük nem csupán a rádió számára, hanem a pörgettyűs iránytű forgó mágneses terének előállításához szükséges háromfázisú váltóáramot is termelte. A léghajók rádiójának a hatótávolsága az 1000 kilométert is meghaladta.

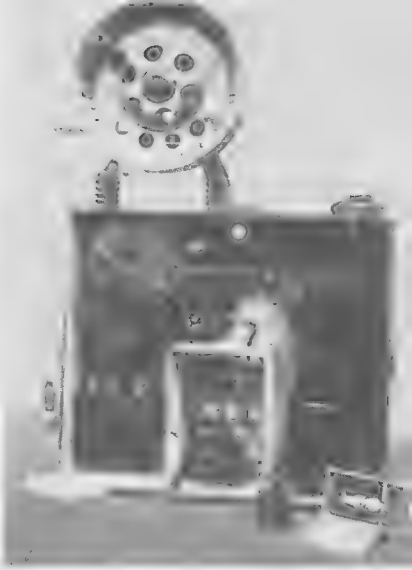
1917-ben az elektroncsövek megjelenése a légi járművek rádiótechnikáját is forradalmasította. A régi – nemritkán 1500 wattal – dolgozó adók hatótávolságát az új elektroncsöves adók 8–10 watt teljesítménnyel érték el.

A budapesti Postamúzeumban megtekinthető az a rádiókészülék, amellyel 1917-ben a központi hatalmak Oroszországgal a békéről tárgyaltak. Később a Tanácsköztársaság idején *Leninnek Kun Bélához* intézett üzenetét is ez a készülék vette.

Az első világháború utolsó évében az elektroncsöves készülékekkel zenét, beszédet közvetítettek, híreket adtak.

De lépjünk előre néhány évtizedet.

A második világháború légi hadműveletei során a nagy



Osztrák–magyar felderítő repülőgép szikratávírója az első világháború idején. Az antennahuzal orsóján levő felirat figyelmeztet, hogy adás közben nem szabad megérinteni. Az Országos Hadtörténeti Múzeum Fotoarchívumából)

Bones-Brujevics első rádiócsöve. Mellette a kis trióda, amely a nagy cső feladatát látja el

Háton hordható osztrak–magyar szikratávíró-állomás. Első világháború. (Az Országos Hadtörténeti Múzeum Fotoarchívumából)

Ezen a rádión tárgyaltak a központi hatalmak Oroszországgal a békéről. Ezen érkezett Lenin üzenete Kun Bélához. (Budapesti Postamúzeum)

Norvég amatőr rádió-adóállomás 1925-ben. A falakat QSL-lapok díszítik
Volund, 1963

Magyar rádiósok a második világháború idején.
(Az Országos Hadtörténeti Múzeum Fotoarchívumából)

Szovjet tüzér-távbeszélő a második világháborúban.
(Az Országos Hadtörténeti Múzeum Fotoarchívumából)

magasságban haladó bombázókötelékek és a felderítőgépek csak igen nehezen tudták tartani a rádiótávbeszélő-kapcsolatot támaszpontjukkal. 4 ezer méter magasság felett egészen 9 ezer méterig már csak távíró-érintkezést tudtak létrehozni, ezt is csak egyoldalúan. A repülő vette a földi állomás jelzéseit, de megfordítva nem.

Később a Boeing és a többi távolsági bombázók 12–14 ezer méter magasból is jól tudtak telefonikus kapcsolatot tartani egymással és támaszpontjukkal.

Ma már a Föld körül keringő mesterséges hold asztronautáival is jól lehet beszélgetni, és a rádiójelek a Venus felé haladó űrhajó automatikájával is kapcsolatba léphetnek.

Rádió-iránymérés

1916 májusában a német nyílttengeri flotta – az ún. Hochseeflotta – 21 nagy csatahajója, 5 cirkálója és jó néhány kisebb-nagyobb hajója zeppelin felderítő léghajók jelentései alapján kifutott a német hadikikötőkből, hogy az angol flottával a világtörténelem legnagyobb ágyús tengeri csatáját megvívja. Az angol rádiószolgálat a kifutás pillanatától kísérte a hajóhadat.

Az angolok rádiófigyelése azért vált lehetségessé, mert a németek akkoriban még nem rendelték el a „rádiócsendet", a „rádiótilalmat"; a német hadihajók a parti állomásokkal és egymás között még az ütközet alatt is zavartalanul beszélgettek.

A vétel erőssége és az adóállomásnak a vevőhöz viszonyított iránya közötti összefüggést 1900-ban Braun tanítványa és munkatársa, *J. Zenneck* vizsgálta először. A rádió-

hullámok visszaverődésén alapuló méréseket pedig – ezen alapul a rádiólokáció – *Ch. Hülsmeyer* (1881–1957) végezte el. (Könyvünknek Popov munkásságát ismertető fejezetében megemlítettük, hogy a jelenséget – kísérletei során – elsőként ő érzékelte.)

A Düsseldorf melletti Ratingenben élő feltaláló a „Telemobiloskop" nevű berendezését 1904. április 30-án szabadalmaztatta „Eljárás távol levő tárgyaknak elektromos hullámokkal való észlelésére" elnevezéssel. A szabadalmi rajzon két hajó látható, amelyek rádióhullámok segítségével „látják meg" egymást a ködben. A feltaláló készülékét a sajtónak is bemutatta. A Rajna partján felállított berendezésével a folyón úszó hajókat pontosan észlelte. Amikor a rádióhullámok útjába gőzös vagy uszály került, a készülékben lámpa villant. Egy kölni napilapban találmánya értékesítéséhez „pénzes társat" keresett, de senki sem jelentkezett. Az elektrotechnikai szaklapok is csak néhány szóval emlékeztek meg a találmányról. A hivatalos haditengerészeti vélemény eredeti, érdekes találmánynak minősítette, s ezzel az ügyet le is zárták. A német császári admiralitáson ekkor még nem sejtették, hogy 35 év múlva a német imperializmus legerősebb fegyverét, a légierőt éppen ez a találmány hajtja a megsemmisülésbe. Akkor radarnak, később lokátornak nevezték.

A találmány lényege a következő.

A parabolikus antennával irányított rádióhullámok alkalmasak hajók, repülőgépek irányítására. Ugyanígy a beérkező hullámok irányának meghatározásával az adóállomás, ebből pedig a felvevő települési helye meghatározható. A rádió-iránymérés eredeti eszköze az elforgatható keretantenna. Ilyen antennát a húszas-harmincas években a műsorvevő készülékeken is alkalmaztak. A zsebrádióknál is tapasztalható, hogy egy bizonyos irányban erősebb a vétel.

A keretantennában csak a rádióhullámok mágneses ösz-

szetevője gerjeszt jeleket. Az elektromos összetevők keltette jelek ugyanis a szimmetrikus elrendezés miatt kioltódnak. Az adóállomás antennája körül a mágneses erővonalak koncentrikus körök. Ha a keretantenna síkja ezekre merőleges, tehát az adó felé irányul, akkor maximális nagyságú jelet kapunk. Ha a keretantennát forgatjuk, akkor az adó irányára merőleges helyzetben kapjuk a leggyengébb jelet, mert a keretantenna síkját a mágneses erővonalak csak „súrolják". A nappali és az éjszakai terjedési viszonyok ezt az egyszerűsített képet bizonyos mértékig módosítják.

A tengeralattjáróknak csak a második világháború végén sikerült kis mélységben, hosszúhullámon a parti rádióállomással egyoldalú összeköttetést létrehozniuk. Ezért a korszerű búvárhajókon a víz alól a periszkóppal együtt rádióantennát is felnyújtanak, részben a rádiólokációs feladatok végrehajtására.

Az irányjelzést napjainkban katódsugaras oszcillográffal egybeépített készülékkel veszik. Képernyőjén a földhöz közel haladó és a magasból érkező hullámok jól megkülönböztethetők.

A radarnál a katódsugaras oszcillográf a kiinduló, majd a távolból visszaverődő hullám kiindulási és beérkezési időpontja közötti időtartamot is jelzi. Ez egyszersmind a távolság meghatározására ad lehetőséget.

A rádió-iránymérést már az első világháború idején is gyakorta alkalmazták. A London ellen vonuló léghajókat az angol és a francia iránymérő adók gyakran félrevezették. A bombázó és a tengerészeti léghajók pedig két parti állomás irányának bemérésével határozták meg saját helyzetüket. Ha az ellenséges adóállomás ugyanazon a hullámhosszon sugárzott, mint a német léghajókat irányító állomás, a léghajó navigátora hamisan mérte be magát, és eset-

leg – ahogy meg is történt – az ellenséges vonalak mögött szállt le.

Ha az irányító adókat nem tudták jól venni, a léghajók navigátorai ismert pozíciójú hajókhoz mérték be magukat.

Megtévesztő rádiójelzéssel futtatták a német titkosszolgálat állomásai a „Hampshire" nevű angol csatahajót a tengeralattjárók által lerakott aknákra.

A korszerű rádió-iránymérést nem forgatható keretantennákkal, hanem két egymásra keresztben elhelyezett indukciós tekerccsel végzik; a keresőtekercs elfordul, és a keresett irányt a műszer mutatója jelzi.

A támadó ellenséges gépek navigátorai még a második világháború elején is műsorszóró állomásokhoz mérték magukat. Ezért például ha Németország területére ellenséges „berepülés" történt, a német, a magyar és az olasz rádiók azonnal elhallgattak. Később azonban a berepülések annyira gyakoriakká váltak, hogy a navigálásnak ezt a primitív módját nem használták. Így a műsorszóró állomások sem zavartatták magukat, annál is inkább nem, mert a légiveszélyt és a légiriadót is a műsorszóró állomások jelezték elsőként a lakosságnak.

A KÉMEK RÁDIÓNYELVE

A kémkedés nehéz, veszedelmes foglalkozás: hazafias lelkesedésből, kalandvágyból, pénzért, bosszúból vállalkoznak rá. A kémnek, ha értékes adat birtokába jut, értesülését megbízójához kell eljuttatnia. Ezt megteheti levélben vagy korszerűen – rádió útján. A levéliráshoz különleges vegytintákat használnak, amelyek csak kémiai előhívás után válnak láthatóvá. Mondanunk sem kell, hogy a kémelhárítás világszerte nagy technikai felkészültséggel igyekszik elhárítani a veszélyt.

A rövidhullámú adó-vevő készülékek nem nagy berendezések. Cipő talpában, íróasztalfiókban, vagy akár a kályhában is elférnek. Ezért jelentették a második világháború alatt egy albérlőről, hogy megzavarodott, mert állandóan belebeszél a kályhába . . .

A nagy hatótávolságú rövidhullámú adónak gyakran és gyorsan kell a helyét változtatni, mert egykettőre bemérik.

A kémekről sok regényt írtak, filmeket készítettek. Közülük kiemelkedik a nálunk is bemutatott „Ki volt dr. Sorge" című film. A világ mozilátogatói a neves szovjet hírszerzőnek a második világháború idején Japánban folytatott működését ismerhették meg a filmből. Ennek a tehetséges hírszerzőnek, aki látszólag a németek oldalán működött –

a tokiói német követség munkatársa volt –, rádióadásait egy szibériai szovjet állomás közvetítette Moszkvába. Ő jelezte elsőként a Pearl Harbor ellen készülő támadást, továbbá a németeknek a Szovjetunió megtámadására irányuló előkészületeit.

A rádión adott szöveget sifrírozni – rejtjelezni – kell, lehetőleg úgy, hogy minél nehezebben megfejthető legyen. Megfejthetetlen rejtjelzés ugyanis nem készíthető, hiszen mindegyikben van valamilyen rendszer. Az ékírást is megfejtették, pedig sem a nyelvet, sem a jeleket nem ismerték. Így van a rejtjelzéssel is; előbb-utóbb mindegyiket megoldják.

A rejtjelzésnek igen sokféle módja van. *Johannes Iritheim* páter már a XVI. században hatkötetes könyvet írt a titkosírásról. Azóta ezen a téren is sok minden történt.

A morzejelek bevezetése után a legegyszerűbbnek az ábécé-rendszer megváltoztatása látszott. Például az *a* betű, amely a morzerendszerben pont és vonásból áll: · –, ezentúl mondjuk ... három pont legyen és így tovább. Az egyszerűnek látszó eljárás azonban gyorsan megfejthető, csupán egy-két szót kell elolvasni, a többi már gyorsan megy.

Az ókori történetírók írásaiból tudjuk, hogy a spártaiak hengerre szíjat csavartak, és arra írtak. Ha a címzett a szíjat ugyanolyan hengerre csavarta, így a közleményt könnyen elolvashatta.

Gyakran alkalmazzák a betűcserét is. Ennél meghatározzák, hogy az írni szándékolt betű helyett az ábécében következő hányadik betűt kell használni. Ez az ún. „csúsztatott kulcs." A már egyszer csúsztatott szöveget esetleg újból is csúsztatják.

A hangzógyakoriság alapján, statisztikus módszer alkalmazásával csaknem valamennyi szöveg megfejthető, bármiképpen rejtjelezzék is.

Egyszerű és nehezen megfejthető az a rejtjelzési mód-

szer, amelynek alapja, hogy mindkét félnek ugyanaz a könyv van a kezében, és a szöveg az oldal, a sor és a betűhely megadásával alakul ki. Hogy alkalmazása még a nem távoli múltban is előfordult, egy második világháborús példa bizonyítja. Egy berlini ellenálló csoport *Sven Hedin* svéd utazó egyik régi – „Az északi sarktól a déli sarkig" című magyarul is megjelent – könyvének felhasználásával tartott távírókapcsolatot a szovjet hadsereg főparancsnokságával.

A második világháború elterjedten használt eszköze volt az „Enigma" nevű rejtjelzőgép. Írógép alakú eszköz, amely azonnal a rejtjelzett szöveget írja. A címzett a kapott szöveget ugyancsak „Enigma"-gépen leírja, és így a gépéből az eredeti szöveget veheti ki. Az „Enigma"-gép kulcsát az angolok egy német tengeralattjárón megtalálták, és sokáig használták anélkül, hogy a németek észrevették volna. Ugyanígy az amerikaiak is tudták, hogy Honoluluból egy japán kém jelentéseket küld Tokióba, de az ügyet mindaddig fölényesen kezelték, amíg a japánok Pearl Harbort meg nem támadták.

Még a műsorszóró állomások adását is fel lehet használni titkos szolgálat céljaira. Egy ilyen – világtörténelmi jelentőségű – eset volt a következő.

1939 októberében az oslói angol követség tengerészeti attaséja napi postájában levelet talált. Ebben a névtelen levélíró a következőket írta:

„Változtassák meg néhány pillanatra – ekkor és ekkor – a londoni rádió szünetjelét. Ebből én tudni fogom, hogy levelemet megkapták, s akkor rövidesen újból jelentkezem."

Az angol kormány utasítására a londoni rádió – üzemzavarra hivatkozva – néhány pillanatra szünetjelét megváltoztatta. Ez után pár nappal megérkezett az új levél, tele bizalmas adatokkal a Peenemündében folyó német rakétakísérletekről. A levélíró német kutató mérnök lehe-

tett, aki részletesen beszámolt a kitűzött célokról, a műszaki eredményekről stb. A jelentésben sugárhajtású repülőgépekről, szárnyas bombákról, nagyrakétákról volt szó.

A levelet *Churchillnek* is megmutatták, aki tudományos tanácsadója sugallatára blöffnek, a fasiszta titkosszolgálat manőverének tulajdonította az egészet. *Duncan Sandys,* Churchill egy másik tanácsadója követelte felderítő repülőgép kiküldését, ezt azonban a jelentős költségkihatásra hivatkozva megtagadták. Az „oslói levél" elsüllyedt a páncélszekrények mélyén, és csak akkor került újból elő, amikor 1944-ben a szárnyas bombák hullani kezdtek Londonra. Ki volt a titokzatos levélíró, máig sem derült ki.

Később, amikor lengyel partizánok megtalálták egy kísérleti V–2 szárnyas bomba részeit és titkos kapcsolataik révén jelentették Angliába, ismét a londoni rádió – ezúttal Chopin Nocturno Op. 15. részletének játszásával – jelezte, hogy a szállító repülőgép elindult Itáliából, hogy a szárnyas bomba megtalált részeit Angliába vigye.

A rádióval kapcsolatos sok-sok igaz történet közül vegyünk szemügyre néhányat.

1942 áprilisában a madridi amerikai konzulátuson megjelent *Albert van Loop* hollandus ékszerész, és saját maga, valamint felesége számára beutazási vízumot kért Amerikába. Előadta, hogy német megbízásból készül az Egyesült Államokba, ahol a németek számára kémtevékenységet kellene folytatnia, és jelentéseit titkos adón adja majd le. Mikrofotókat mutatott a rádióállomás tervrajzáról, alkatrészjegyzékéről, a jelkulcsról, a frekvencia-táblázatokról stb. Elmondotta még, hogy Németországban kémiskolát végzett, és mindent vállalt, hogy Hitler birodalmából eltűnhessen. Szolgálatait pedig ezennel felajánlja az amerikai titkosszolgálatnak, a hírhedt FBI-nak. Ha beengedik az Egyesült Államokba – mondta –, látszólag a németeknek küldi jelentéseit, valóságban pedig ellenük dolgozik.

Mindez elég szépen hangzott.

A titkosszolgálat adatnyilvántartása működésbe lépett. Kitudódott, Van Loop tényleg hollandus, ötvenéves, nős, felesége német nő, a férfinak mérnöki képesítése van, és kenyerét – a kémkedésen kívül – ékszerészkedéssel keresi. Ugyanis a derék hollandus már az első világháború idején is „dolgozott", mégpedig a császári német haderő számára. Az is kiderült, hogy ismerősétől hétezer dollárt lopott, amiért „ült" is. Leleplezték jó néhány hazugságát, amelyeket sorjában beismert. Mégis úgy döntöttek, Van Loopot beengedik, még alkatrészeket is kap, hogy minél jobb rádiót eszkábáljon össze.

Küldjétek – érkezett az FBI válasza. És a Van Loop házaspár átvitorlázott Amerikába.

Közben postáját megfigyelés alatt tartották.

– Amerikai tudósok az uránatom hasításával foglalkoznak, fontos tudnunk, hol tartanak... jött az érdeklődés Hamburgból.

A kémkedés nemcsak veszélyes, hanem bonyolult tevékenység is. Jól tudták, hogy a német titkosszolgálat hamburgi központjában van egy szakértő, aki a morzejelekből meg tudja állapítani, hogy ki adta le őket. A morzebillentyű kezelése éppen úgy jellegzetes, mint a kézírás, vagy a gépírás is. Így könnyen megállapíthatták, hogy a jelentéseket valóban Van Loop adja-e vagy sem. Fontos volt tehát, hogy a rádiójelentések Van Loop „kézírásával" menjenek. Ezért a hollandussal napokig táviratoztattak, és jeleit hanglemezre vették. A lemezek segítségével három FBI-távírász begyakorolta az ügynök „keze járását", sőt a németül beszélő hollandusok kifejezésformáit is megtanulták, hogy a szövegezésben és adásban ne legyen hiba.

– Adásra kész vàgyok, nagyon elővigyázatosnak kell lennem, biztonságban vagyok, mindig 19 órakor jelentkezem... szólt az első távirat.

Nemsokára megjött a válasz.

– Nagybácsi örül, minden jót kívánunk.

Az FBI-nak bizalmas kapcsolata New Yorkból a német titkosszolgálattal így nem kevesebb mint két esztendeig tartott. Az FBI emberei katonai, gazdasági adatokat szállítottak, jórészt fontosakat, de nem titkosakat, ezenkívül időjárásjelentéseket adtak, közölték a kikötőbe érkező hajók, valamint a dokkokban javítás alatt levő hadihajók nevét, újsághíreket közöltek a lőszer- és hadianyag-rendelésekről. Persze bőven alkalmazták a dezinformációt is. Két „amerikás" német munkást is beszerveztek, hogy a hamburgiak megnyugodjanak, nem csupán a hollandus van az ügyben, az „anyagot" mások is szállítják.

A játéktól azt is remélték, hogy az adás megfigyelése során német ügynökök jelentkeznek majd Van Loopnál. A félrevezető hírekkel pedig a német intézkedéseket igyekeztek befolyásolni. Azt is meg akarták tudni, miként fizetik az Amerikában dolgozó német ügynököket. Ezért Van Loop jelentette, hogy nincs pénze.

Főnöke, egy német tábornok, Svájcon át kétezer dollárt utalt át. Ez az út veszélyesnek tűnt, ezért Dél-Amerikán keresztül ritka bélyegeket küldtek neki értékesítés céljából. Mivel azonban egy-egy küldeményért 150 dollárnál többet nem lehetett kapni, ezért a német központ egy holland filmessel ékszercsomagot is küldött a kémnek.

Közben a holland filmes is az FBI-nak dolgozott. A tervezett találkozáskor egy sofőregyenruhás néger férfi adta át a csomagot, s azonnal el is tűnt. Így a hollandus nem tudta meg, hogy partnere valóban megkapta-e az ékszert.

Hamburgból újabb utasítás érkezett. Van Loop tudja meg, készülnek-e inváziós csapatok Európába való áthajózásra. Kérték, figyelje meg a tehergépkocsik rendszámát (ha valamelyik Európában feltűnik, inváziót enged következtetni), tartsa szemmel a csapatjelzéseket stb., stb. Az

FBI közben szállította a „bizalmas" – leggyakrabban hamis – adatokat. Van Loop táviratozott Hamburgba, hogy egy kollégája fiát behajózták Anglia felé, hogy részt vegyen a partraszállásban – Norvégiában. A távirat hatása alatt a németek Normandiából csapatokat hajóztak át Norvégiába, hogy az ottani inváziót felkészüljenek . . .

Így ment ez évekig. 1945. április 27-én Hamburgból a következő szövegű táviratot érkezett:

„Jelenlegi helyzetben meg kell szakítani a kapcsolatot, de hetenként egyszer – meghatározták az időpontot – figyeljen, a nagybácsi változatlanul érdeklődik."

A „nagybácsi" azonban nem jelentkezett többé, és a háború véget ért.

A második világháború rádióháborújának sok-sok érdekes fejezete vár még megírásra, hiszen az éterben különös háborúzás folyt. Ennek során az angol titkosszolgálat például a következő fogást alkalmazta.

A német bombázókötelékek navigátorai rendszeresen a saját parti irányító állomásaikról kértek adatokat. Meg is kapták, de jó százkilométeres eltéréssel. Mondani sem kell, hogy az adatokat egy – ugyanarra a hullámhosszra beállt – angol állomás adta. Ugyanígy a német elfogó vadászokat is gyakran belevezették az éjszaka sötétségébe, és addig „vezették" őket, amíg üzemanyaguk el nem fogyott és a tengeren „landoltak".

1943. október 23-án az angol bombázók a németországi Kassel várost támadták. A német irányítóadók figyelmeztették saját elfogó vadászaikat, hogy „jó lesz vigyázni, ellenség félrevezet". Ezt az adást is az angol állomás sugározta.

– Az angol vadászok menekülnek, szólalt meg a német vadászok fejhallgatójában az ismert hang.

– Dehogy az angolok, mi menekülünk – felelte a német pilóta dühösen, és a német vadászok pillanatokon be-

lül alig tudtak kitérni saját bajtársaik Messerschmittjeinek gépágyútüze elől. Minthogy a német adóállomásokon sok nő dolgozott, az angolok németül jól beszélő misseket alkalmaztak, és a német repülőknek igen sokszor sejtelmük sem volt róla, hogy valóban a saját vagy az angolok adását hallgatták-e.

1944-ben már olyan zűrzavar uralkodott az éterben, hogy a németek fontosabb adásaikat húszféle hullámhosszon sugározták, abban a reményben, hogy valamelyik majd csak elvégzi feladatát.

A francia partok – az „Atlanti-fal" védőinek félrevezetésére megtették, hogy 15 kicsiny hajót indítottak el a Csatornán, amelyek fémfestékkel bekent léggömböket vonszoltak maguk után. Felettük pedig néhány bombázó szórta a sztaniolcsíkokat, s a német lokátorfigyelők nagy konvoj közeledtét jelezték. Hatalmas vadász- és bombázókötelékeket küldtek ki a néhány hajó és pár repülőgép leküzdésére.

Máig is mosolyognak azon a Spanyolországból érkezett, cserkészvezetőként bemutatkozó német ügynökön, aki titkos adójával szorgalmasan adta, mit látott a háborús Angliában. „Az angolok legkedveltebb német ügynöke" című szatirikus film főszereplője lehetne.

1940 októberében érkezett meg a falangista Madridból Londonba. Londont akkoriban összesen három nehéz légvédelmi üteg védte. A cserkésznek megmutatták a hotelje előtti parkban elhelyezett üteget, amelyik éjszakánként – már egyetlen német repülő megjelenésekor is – éktelen lövöldözésbe kezdett. A jeles kém az éjszakáit óvóhelyen töltötte, s hallgatta a kegyetlen dörömbölést. Buzgón jelentette megbízóinak, hogy London egész területét megrakták nehéz légvédelmi lövegekkel.

Dunkerque után a szigetországban nem volt ritka látvány a fapuskával gyakorlatozó, civil ruhás alakulat, hi-

szen a felszerelés nagy része odaveszett. A német kémet azonban mindig úgy vezették, hogy pompásan felszerelt, vadonatúj egyenruhába bújtatott alakulattal találkozzék. Máskor a londoni harckocsi-alakulattal találta szembe magát. Ezt úgy vonultatták, mintha egész harckocsidandár lenne mozgásban. Egy alkalommal Skóciába utazott, és az utasszállítógép mellett Spitfire gépek süvöltve húztak el... hogy utána nagyot kanyarodva még egyszer a gép mellé kerüljenek. Az egyik kikötőben összevonták az elérhető néhány rombolót, és csak úgy mellesleg, közönyösen említették meg, hogy a „Home fleet" (a hazai flotta) pár egysége van itt, a többi kinn cirkál a nyílt tengeren.

A rádiójelentések félelmetes vadászkötelékekről, harcra kész hadihajórajokról, jól felszerelt alakulatokról közöltek riasztó adatokat. A német hírszerzők a jelentések olvastán fejüket csóválták, de hinniük kellett ügynöküknek, aki „saját szemével mérte fel" a helyzetet.

A titkos hírközlés technikája napjainkban érdekesen alakul; persze nyilvánosságra csak kevés részlet kerül belőlük.

A hanglemezre vagy a magnószalagra vett, élőszóval elmondott szöveget rádiótechnikai, elektroakusztikai módszerekkel úgy eltorzítják, hogy roppant nehéz érthető beszéddé visszaalakítani. Ha például a beszédhangnak magas – mondjuk 2500 Hz-nél magasabb – rezgéseit levágják, és utána más – például 2 kHz-es – hangot, ún. „tont" kevernek hozzá, majd elektronikus szűrőkön vezetik át, és a frekvenciákat „megfordítják" azaz beszédinverziót hajtanak végre (tehát az addig magas hang méllyé változik), a magnószalag csupán értelmetlen nyivákolást ad. Aki azonban megfelelő program szerint fordítva végzi el a műveleteket, tisztán kapja meg a beszédet. Ha a programozás rendje ismeretlen, hosszú ideig kell elemezni a leadott hangot, hogy érthető beszédet nyerjenek belőle. Közben pedig az információ elavulhat.

Egyszerű, szellemes módszer, amelynél a hangszalagra vett beszédet pillanat alatt adják le. Ennél a hosszú szalagot igen nagy sebességgel futtatják, és a 15–20 perces „műsort" félmásodperc alatt leadják. A rádióhallgatók a reccsenést légköri zavarnak tartják. Pedig ha megfelelően gyorsan futó magnószalagra veszik fel, majd utána normális sebességgel járatják, a hangszóró érthető beszédet mond. Úgy hírlik, fontosabb gyártástechnológiai utasításokat is közvetítenek ily módon.

Legkorszerűbb, egyben legegyszerűbb a lyukszalagokkal történő rejtjelzés. A közlést írógéppel írják, amely a papírszalagba lyukakat üt. A lyukasztott szalag megfelelő gépbe helyezve adja a szöveget. Nagy forgalmú irodákban gyakran ilyen szalagról írják a leveleket, hogy a címzett észre ne vegye, hogy sokszorosított levelet kap. A rejtjelzéskor egy előre elkészített szalag lyukait is ráviszik a szalagra – a szöveget fátyolozzák –, amely csak akkor ad vissza helyes szöveget, ha a zavaró lyukasztást „kiszűrik". Ezért az adó- és a vevőfélnél azonos lyukasztású szalag kell legyen. A szalagot rövid időközökben cserélhetik, akár meghatározott program szerint is. Megfejtése rendkívül nehéz.

A RÁDIÓZÁS VILÁGA

A rádió már annyira hozzátartozik az életünkhöz, hogy jóformán nincs is olyan lakás, amelyben nem szólna a hangszóró. Ami kezdetben csodának számított, ma a mindennapok velejárója, és – mi tagadás – nemegyszer már a pokolba kívánjuk... Rádió szól az utcán, a csendesnek hitt erdőben, a parkokban, a fal túlsó felén lakó szomszédnál; pár év előtt az utcákon is hangszórók bömböltek, és néhány vidéki városban, de különösen a falvakban még a mezőre is kihallatszik az utcai hangszórók kéretlen, hívatlan műsoradása.

A mai értelemben vett rádiózás az első világháború végén vette kezdetét. Rheims közelében az egyik katonai rádióállomás műszaki vezetője, *dr. Hans Bredow* az elektroncsöves adóval alkalmanként újsághíreket és harmonikamuzsikát „közvetített". A lövészárkokban meghúzódó ütöttkopott tábori vevőállomások távírászai fejhallgatóikon hallgatták a zümmögő muzsikát, ami a frontkatonák számára felüdülést jelentett. Bredow felettesei azonban „a komolytalan tevékenységet" hamarosan leállították.

1919-ben Bredow a leromlott neueni adóállomást rendbe hozva, a táviratozás mellett híreket is „mondott". Ezút-

tal már a postaügyi miniszter is megdorgálta, amelyre Bredow így válaszolt:

„Várjon miniszter úr két évig, és akkor bármelyik postatisztviselőjével az íróasztala mellől beszélgethet."

Persze kinevették. (Hans Frahm: Das drahtlose Jahrhundert. Süddeutscher Verlag, München, 143 old.)

A tudományos-fantasztikus irodalom művelői regényeikben szívesen szerepeltetik a központi hírszolgálat és szórakoztatás kombinatív lehetőségét.

1920-ban a königswusterhauseni katonai rádióállomás a „Pillangókisasszony" muzsikáját adta a berlini operából. Az adóállomást katonai készülékek szétszórt alkatrészeiből szerelték össze.

Magyarországon a kísérleti adás 1921-ben, a Csepelen létrehozott adóállomással vette kezdetét.

1923. március 2-én a Magyar Távirati Iroda ugyancsak Csepelen üzembe helyezte az első „hírszóró állomást". 1924. március 15-én már „műsort adtak". A „stúdió" a posta kísérleti állomásának udvarán beállított bútorszállító kocsiban volt. Felszerelése egyetlen asztal és egy kezdetleges szénmikrofon volt. A belülről párnázott bútorszállító kocsiban a hangszigetelés kielégítő volt, de a meleg, levegőtlen helyiségben való tartózkodás nem volt kellemesnek mondható.

1925-től 1928-ig a magyar rádió a „Nagy Bercsényi Miklós" című dal kezdő taktusával jelentkezett.

A húszas évek közepén hatalmas lendülettel megindult a rádióamatőrizmus. A szaküzletek alkatrészeket, lámpákat, foglalatokat, banándugókat és ezernyi más alkatrészt árusítottak. A boltokban megjelentek az ún. „kit"-ek, az előre megtervezett készülékek. A dobozban levő alkatrészekből lehetett összebarkácsolni őket. A rádióépítés remek mulatságnak bizonyult.

Az amatőrök a kristálydetektoros készülékekkel kezdték.

Az éterben jelentkező halk zenét, beszédet fejhallgatóval „élvezték". Mivel azonban a fejhallgató rövid drótja csak korlátozott mozgást engedett meg, ezért, ha a rádiót társaság hallgatta, némán ültek az összedrótozott asztal körül.

Azután következtek az egy- és a több lámpás készülékek. Ládányi alkatrész, telepek zsúfolódtak a „rádiósarokban". Majd megjelent a hangszóró. Recsegett, nyivákolt, megérteni csak nehezen lehetett, hogy mit mond vagy mit „muzsikál". A zenei élvezetre a fejhallgató hosszú ideig alkalmasabbnak bizonyult.

Később kidolgozták a hálózati készülékeket, velük együtt a „varázsszem"-et, amelynek segítségével a kívánt hullámhosszra való állítás könnyebbé vált. Az elektroncsövek korszerűsödtek, változtak a foglalatok, a tipizált alkatrészeket már futószalagon szerelték készülékké. Hatalmas tömegeket foglalkoztató rádióipar alakult ki.

1925 közepén a csepeli adó 2 kilowattos teljesítménnyel dolgozott. A hírmondó üzem bemondójának, *Schertz bácsinak* hangját az egész világ megismerte. 1926. március 13-án a budapesti rádió első ízben adott hanglemezműsort; 1926. április 6. az első pontos időjelzés dátuma, május 19-én volt először „viharszünet".

1927-ben Magyarországon megkezdték a váltóáramú készülékek gyáripari előállítását az Egyesült Izzóban, a Telefongyárban és a Standardnél. Addig a magyar piacon a Philips és a Telefunken uralkodott. A világgazdasági válság átvészelésében a kibontakozó rádióiparnak felismerhető – bár nem nagy – szerepe volt.

1927 májusában 3 kilowatt teljesítményű adó kezdte meg üzemét. 1927. augusztus 15-én adott először a rádió helyszíni közvetítést Szegedről. 1928. április 8. a déli harangszó premierje. A lakihegyi 20 kilowattos adó április 28-án kezdte meg üzemét. Október 25-én a Sándor (a mai Bródy Sándor) utcában megnyílt a rádió stúdiója. 1929. július

1-től a rádió vízállásjelentést olvas be a hajósok és a vízügyi hatóságok számára.

1932-ben már Amerika számára folytattak kísérleti adást.

Az élet haladt, a rádiózás fejlődött. Közvetítettek a Nemzetközi Vásárból, a színházakból, az Operából, a gyárakból, a Duna alatt fúrt vízvezetéki alagútból, az átépülő Margithíd keszonjából. 1933-ban a lakihegyi adó már 120 kilowattal sugároz. 1934-től rövidhullámú műsoradás is van. 1937-től magyar gyártmányú adócsövek dolgoznak az állomásokon, sorra megépülnek a közvetítőállomások és így egyre tovább, tovább.

Akik átélték a második világháború megpróbáltatásait és emlékeznek is rájuk, jól tudják, mit jelentett a felszabadulást váró emberek számára a rádió. Nem a hitleri fasizmust kiszolgáló kormányok irányított, sugalmazott, „gleichschaltolt" hírverése, hanem azok a hírek, amelyekkel a hallgató közelebb juthatott az események megértéséhez, az igazsághoz.

A második világháború idején a lakások mélyén sokan hallgatták – az esetek többségében rövidhullámon – a külországok adóit. Magyarországon a moszkvai, a londoni és a párizsi rádió magyar nyelvű adásainak sok hallgatója volt.

A berepülések, a légitámadások megsokasodásakor a rádió legfontosabb szerepe a légi veszély és a ténylegesen bekövetkezett légi támadás – az egyre gyakoribb szőnyegbombázások – jelzése volt. A lakásokban szinte „non stop" üzemben működtek a rádiók, és a háború nélkülözései következtében idegileg és fizikailag elcsigázott emberek lesték, vajon lesz-e ma is légiriadó. Emlékszünk még a „Bácska, Baja vigyázz" figyelmeztetőre, amely a déli irányból közeledő légi veszélyt jelentette. Rendszerint rövidesen légiriadó követte. A lokátorállomások kezelői rádión figyelmeztették a légvédelmet és a légoltalmat – ma polgári védelemnek mondják – a várható támadásra, a kötelékek nagysá-

gára vagy a csupán „zavarórepülésre". (A „zavarórepülő" távolfelderítő gép volt, a célt vagy a bombázás eredményét fényképezte.) Meg kell jegyeznünk, hogy a második világháború idején használt „civil" készülékek olyan jó konstrukciók voltak, hogy napi 24 órai használat mellett is évekig kifogástalanul működtek.

A rádióamatőr-adók története külön regény lehetne. Rádió egyesületek – nálunk a Magyar Honvédelmi Szövetség keretében – működnek. Az amatőrök készülékeiket maguk építik, és szinte állandóan vadásznak az éterben. Annak idején szovjet amatőradó fogta fel Nobile északi sarki expedíciójának segélykérő jeleit, amatőradó működött a „Kon Tiki" vitorlás tutajon, amatőrök rádiói álltak az ellenállás szolgálatában a fasiszták megszállta országokban. Az amatőrök munkája az adó- és a vevőtechnikát jelentős mértékben fejlesztette. Távoli amatőrök beszélgetnek egymással az időjárásról, a vételi viszonyokról. Híreket nem mondhatnak, ezt törvény tiltja. A sikeres vételt az amatőrök QSL lapon – különleges levelezőlap – közlik egymással. Az amatőrök helyiségének falait ilyen QSL lapok „dekorálják".

PILLANTÁS A TRANZISZTOR ÉS KÉPCSŐ ŐSKORÁBA

A korunkra jellemző tudományos-technikai forradalom egyik főszereplője egy jelentéktelennek látszó kis méretű konstrukció, a tranzisztor. Tranzisztorok vannak a zsebrádiókban, a korszerű tv-készülékekben, a hallásjavító készülékekben és az elektronikus műszerek sokaságában, közöttük a mesterséges holdak műszereiben is.

De ha jobban szemügyre vesszük, bár a tv-képcső és a tranzisztor az elektronikai iparnak egyaránt tiszteletre méltó teljesítményei, de egyikük sem újdonság. Mindkettő a tudósok laboratóriumának asztalán – legalábbis kezdetleges alakjában – már közel száz éve megjelent. Ezen a területen is kiváló elméleti és gyakorlati kutatókkal találkozunk, egyikük-másikuk nevét már ismerjük.

Ferdinand Braunról (1850–1918) már több alkalommal szóltunk. 1850-ben a németországi Fulda városkában született, középiskolái, majd felsőbb tanulmányai után ipari főiskolai, majd egyetemi előadói, tanári tisztségeket töltött be; könyveket, tanulmányokat, érdekes ismeretterjesztő műveket írt.

1874-ben Würzburgban, fizikát tanított. Szabad idejében a laboratóriumában foglalatoskodva, az ásványok vezetőképességének tanulmányozása során észrevette, hogy a fém-

szulfid ásványok sajátságos tulajdonságokat mutatnak. Az elektromos áramot csupán az egyik irányban vezetik, más szóval félvezetők. Az ilyen ásványdarab fémcsúcsok közé fogva a váltakozó áramot egyenirányítja. Az ólomszulfid – a galenit – erre a célra különösen alkalmasnak bizonyult. A húszas évek kristálydetektoros rádiókészülékeiben is ezért kapott helyet.

A fizikusok mai felfogása szerint a félvezetők belső szerkezete elektromosan instabil, ezért vezetnek csupán az egyik irányban: a másik irányban szigetelőként működnek. A félvezető ásványok, fémek stb. (például a germánium) a legelterjedtebben a tranzisztorokban jelentek meg, de léteznek nagy erősáramú berendezések is hasonló alkatrészekkel. A villamosmozdonyokon például a szilíciumdiódás egyenirányítók igen jó műszaki tulajdonságokat mutatnak.

A felfedezés évében, 1874-ben a félvezetők jelentőségét még senki, Braun sem, ismerte fel; első ismertetése 1874-ben egy berlini szaklapban jelent meg, de feltűnést nem okozott. Braun akkoriban még egészen fiatalember volt, és a már ismert, tekintélyes fizikusok talán éppen ezért hallgatták agyon. Másrészt az is igaz, hogy a váltakozó árammal abban az időben még igen keveset foglalkoztak, gyakorlati lehetőséget nem láttak benne. Az is érdekes, hogy az emberi és tudósi mivoltukban egyaránt kimagasló egyéniségek – mint Popov, Clark, Maxwell, Siemens – nem fukarkodtak az elismeréssel.

1879-ben a strasbourgi egyetem fizikaprofesszora, *Conrad Röntgen,* Giessenben kapott katedrát: Braun került a helyébe. Itt folytatta a félvezetők kutatását, de hamarosan Karlsruhéba, majd Tübingenbe költözött. Karlsruhei katedráját Heinrich Hertz foglalta el, aki 1886-ban itt kezdte meg a később róla elnevezett kísérleteket, amelyekkel a fizikában és a távközlési technikában új utat nyitott.

A hetvenes évek nagy tudományos szenzációja, a ritkított

gázokban végbemenő kisülések jelensége, az egész világ fizikusait foglalkoztatta. *William Crookes* (1839–1919), *Julius Plücker* bonni fizikus kísérleteit megismételve észrevette, hogy a ritkított gázokban jelentkező sugárzás mágnessel eltéríthető. Napjaink valamennyi fizikakönyvében látható a kép, amelyen mágnespatkó elhúzza a sugárnyalábot, és az útjába állított fémdarab árnyéka a cső falán elmozdul. Az érdekes, látványos kísérletet az iskolákban, de a nyilvánosság előtt is sokszor bemutatták (ma is bemutatják), de jelentőségét akkor nem ismerték fel. A katódsugarakról *J. J. Thomson* (1856–1940) mutatta ki, hogy negatív töltésű elektronok áramlásáról van szó.

Meg kell jegyeznünk, hogy *P. Ny. Lebegyev* (1866–1912) orosz kutató már felismerte az elektromos hullámok és a fény közötti szoros kapcsolatot. Ő mutatta ki a fénynyomás jelenségét, valamint azt is, hogy az elektromos hullámokra az energia mellett a tömegük is jellemző.

1896-ban Braun az akkoriban felfedezett röntgensugarakról olvasva a kísérleteket megismételte. Ekkor már újra Strasbourgban dolgozott, és a „csősugarakkal" sokat foglalkozott. Kísérleteihez a bonni *Geissler* üvegtechnikai cégtől 50 centiméter hosszú Röntgen-csövet rendelt. A cső demonstrációs célra készült, ezért nyitott volt. Működés közben szivattyúzták ki belőle a levegőt, hogy a hallgatók lássák, miként jelenik meg a sugárzás a ritkítás fokozásakor. Kísérleteinél *Zenneck* segédkezett.

A megfelelő légritkítást elérve, a cső világítóernyőjén folt jelent meg. A cső közelében elektromágnes állt, amelyben a helyi telep 50 periódusú váltóárama keringett. A körülállók bámulatától kísérve, a cső ernyőjén megjelent a váltakozó áramot jellemző sinusgörbe.

Így született meg a „katódsugaras oszcilloszkóp", amelyből később a fizikusok ajánlására a „Braun-féle katódsugárcső, más néven katódoszcillográf" lett. Ebből alakult ki

a tv-technika legjellegzetesebb alkatrésze, a tv-képcső. A Braun-féle cső fantasztikus karriert futott be. A kutató- és vizsgáló laboratóriumoknak éppúgy nélkülözhetetlen műszere, mint a mesterséges holdakat irányító technikának.

Braun 1897-ben július és október között Amerikában járt tanulmányúton. Ezalatt otthon felfedezői elsőbbségét megtámadták. Munkatársai kikeresték a folyóiratokból a támadás alapjául szolgáló cikkét, ebből kitudódott, hogy más elvről volt szó. A cikk fotografikus eljárást közölt, Brauné pedig az elektromos jelenségek folyamatos vizuális megfigyelését tette lehetővé.

Két munkatársa, *Max Dieckmann* és *Gustav Glage* kidolgozták a képtáviratozás alapelveit, és 1906-ban „Írás és más jelek továbbítása katódsugárcsővel" címen szabadalmat jelentettek be.

Braun 1909-ben fizikai Nobel-díjat kapott; 1913-ban a légi járművek keretantennájának tökéletesítésével foglalkozott, 1914-ben a zeppelin léghajók rádióját tökéletesítette. Tanítványai, *Mandelstam* és *Papalekszi* évekig kedvelt munkatársai voltak, amíg 1914-ben vissza nem hívták hazájukba őket. Soha többé nem találkoztak.

Braun az első világháború kezdetén a Marconi Társaság támadásainak kivédésére Amerikába utazott. Itt érte Amerika hadba lépése. Nem internálták, bár sok tanulmány ezt állítja róla. Szabadon mozoghatott. 1918. április 20-án New Yorkban halt meg.

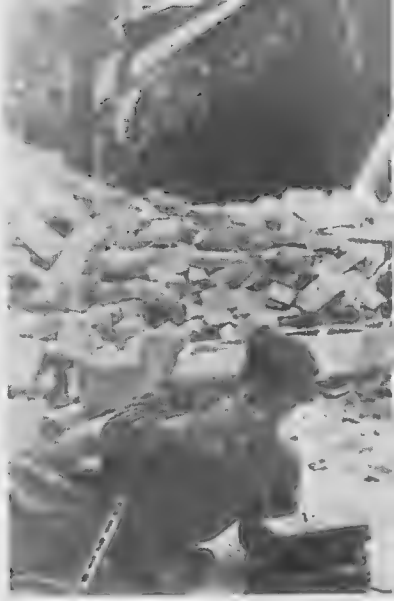
Mint sok más felfedezésnél, az alapok itt is a távolabbi múltba nyúlnak vissza.

A képek, a térképek, a rajzok táviratozásáról már szóltunk. Láttuk, hogy az ide-oda lengő inga egy-egy pontban érintette a rajzlapot, és a sötét, valamint a világos pontok átvitele elektromos és kémiai úton ment végbe. A lényeges tehát, hogy a képet pontokra kell felbontani.

A távolbalátó szerkezet így nem a képet, hanem a pontokat továbbítja, de olyan gyors egymásutánban, hogy a szemben a kép benyomását keltik.

A képfelbontás elvét *Paul Nipkow* mérnök a róla elnevezett Nipkow-tárcsa segítségével valósította meg. Még egyetemi hallgató korában kezdett e témával foglalkozni, és készülékére 1884-ben már szabadalmat kapott. Nem vette észre, hogy tanulmánya korát egy teljes emberöltővel megelőzte. Hiányzott a társadalmi szükségesség és a technikai előfeltételek sem voltak még kielégítőek.

A Nipkow-tárcsa sebesen forgó korong; a feltaláló „elektromos távcsőnek" nevezte. A tárcsán spirális mentén apró lyukak sorakoztak. Ha a tárcsa valamilyen erősen megvilágított ábra előtt forgott, a tárcsa egy-egy nyílása a kép minden egyes pontja előtt egy pillanatra megjelent. A sötétebb-világosabb pontok a tárcsalyukakon erősebb vagy gyengébb fénynyalábot küldtek át. A cérna vékonyságú fénynyaláb szeléncellára esett; ez ellenállását a megvilágításnak megfelelően változtatta, és a hozzá tartozó áramkörben erősebb vagy gyengébb áramlökést – impulzust – váltott ki. Szaknyelven szólva: „video-jelek" keletkeztek. A telefonvezetékre kapcsolt készülék a vezeték túlsó végén levő táblán kirakott lámpák felvillanását váltotta ki. A gyorsan egymásután felvillanó lámpák fénye a feladótárcsához



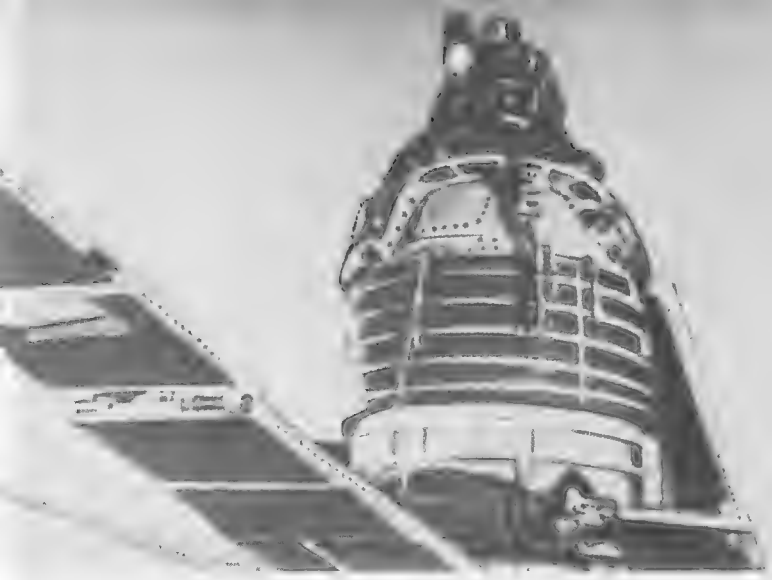
Szovjet telefonista a Budapest felszabadításáért folyó harcokban. 1945 február 1. (Az Országos Hadtörténeti Múzeum Fotoarchívumából)

Facipő talpába rejtett készülék. Második világháború

Szerelik a víz alatti tv-kamerát
a szovjet óceánkutató hajó oldalára

Echo nevű passzív mesterséges hold

Az Orbita tv-relécállomás kiválóan veszi a moszkvai tv műsorát
a szovjet távol-keleti városokban



A Molnyija híradástechnikai mesterseges hold a szerelőpadon

Rádió-géptávíró. Német Nemzeti Néphadsereg

hasonló tárcsán át nézve a szemlélőben a képet jelenítette meg. A kép csupán kétszer 3 centiméter átmérőjű kis ernyőn jelent meg. Nipkow ily módon egyszerű geometriai ábrákat tudott néhány méternyi távolságra „közvetíteni". A legnagyobb nehézséget a felvevő- és leadótárcsa szinkron forgásának létrehozása okozta; Nipkow a képet nem is tudta egy-két másodpercnél hosszabb időre megjeleníteni. A nyolcvanas években a villamosmotorok szinkronjárása még igen sok technikai nehézséggel járt.

Nipkow nem is jutott tovább. Pénze, támogatója nem volt, a hírközlés szakemberei fölényesen mosolyogtak, s ő kísérleteit abba is hagyta. Visszatért „szakmájához" a vasúti jelző- és biztosítóberendezések szerkesztéséhez.

Nipkow készüléke a müncheni Deutsches Museumba került, ma is ott van.

John Logie Baird angol kutató egy ízben régi szabadalmi iratok közt keresgélve megtalálta Nipkow találmányának leírását. Fantáziáját megfogta a lehetőség. Látta, hogy amit Nipkow korának tökéletlen eszközeivel nem oldhatott meg, ő a fejlettebb technika korában kidolgozhatja. Ezért hozzá is fogott az „elektromechanikus távolbalátó" megszerkesztéséhez. Baird felszerelését sem lehetett gazdagnak mondani: egy kalapdoboz, két kiégett tekercselésű villanymotor, egy szétszedett kerékpár, néhány régimódi színházi ívlámpa és öt fontnyi készpénz. Nagy összeg, ha valaki ebédelni akar, de a kevésnél is kevesebb, ha találmányt akar kidolgozni. Baird azonban nem riadt vissza, hozzáfogott. Úgy gondolta, előbb vezetéken közvetít képet, majd ha ez sikerül, egy rozzant világháborús katonai rádió segítségével az „éteren át" is sugároz majd képet.

Találmányát egy bérház manzárdszobájában mutatta be. A „tárgy", amelynek képét közvetíteni akarta, a barátja volt, akit sámlira állított és ívlámpákkal világított meg.

A motorok a kerékpár kerekeivel súlyosbított lyukas ko-

rongokat forgatták. A forgás egyenletes volt... vagy legalábbis Baird hitte, hogy egyenletes. A kép nehezen akart megjelenni. Barátai gúnyos megjegyzéseket tettek, mire Baird valamennyiüket kidobta, és a szomszéd kislány babáját helyezte a sámlira. A motorok zúgtak, az ívlámpák füstöltek, s az ernyőn szaladgáló csíkok között valóban fel lehetett ismerni a baba körvonalait.

Tökéletesített készülékét 1925-ben a nagyközönség előtt is bemutatta. Ekkor egy, a szoba falára felrajzolt kereszt képét közvetítette. A nézők elismerően bólogattak. Szemtanúk úgy mondták el, hogy amikor a kép kezdett kialakulni, Baird könyökével véletlenül hozzáért az egyik tárcsához, mire az lelassult. Fordulatszáma történetesen éppen ekkor egyezett meg a másik tárcsáéval, s a kép egy pillanatra hajszálélesen kirajzolódott. Bebizonyosodott, hogy a képközvetítés előfeltétele a szinkronmozgás.

Az angolok nagy technikai múzeumában, a kensingtoni Science Museumban láthatók Baird készülékei, szerszámai, a baba, amelynek képét közvetíteni akarta. Baird később a London és Glasgow vonalon – telefonvezeték felhasználásával – képet közvetített, de tovább nem jutott. Pénzes társ nem jelentkezett. Egyszer a „Berengaria" nevű hajó fedélzetéről drótnélküli úton közvetített képet. A húszas évek végükhöz közeledtek, de úgy látszott, hogy az igény még mindig csak a tudósok fantáziájában jelentkezik.

Egy amerikai kutató, *C. F. Jenkins* a lyukasztott tárcsa mögött nem szeléncellákat, hanem érzékeny fotocellákat helyezett el. Így az áramimpulzusok a felvevőállomáson a fényingadozást elektroncsöves erősítők segítségével váltották ki, s úgy tűnt, hogy az út – az elektromechanikus képfelbontás és egyesítés – járható.

A Nipkow-, a Baird- és a Jenkins-féle elektromechanikus képalkotás elve és módszere helyett *B. L. Rozing* orosz kutató a Braun-féle katódsugárcsövet ajánlotta 1907-ben. Ez-

zel – mondta – sokkal gyorsabban lehet a fényváltozásokat elektromos áramingadozásokká és viszont alakítani. Rozing terve szerint a feladóállomáson a képet tárcsával bontják, a vevőállomáson fotocellákat helyeznek el, a fotocellák által felvett jeleket kondenzátorra vezetik, és a lemezek között áthaladó elektronsugár a kondenzátor feltöltésének megfelelő ütemben és mértékben mozog. Készüléket is állított össze – 1911-ben – és ebben már egyetlen cső, a képcső működött. Rozing három-négy vonalból összeállított ábrákat tudott közvetíteni, ahogy ő mondta, „megvalósította a katódsugaras távcsövet" (Zvorikin: A technika története. Kossuth, 1964. 363. old.)

1922-ben egy tizenöt éves amerikai diák, *Philo Farnsworth,* Idaho állam egyik poros városában fokozódó érdeklődéssel olvasta a havonként érkező népszerű tudományos-technikai folyóiratban az orosz Rozing tervét a távolbalátás megvalósításáról.

A kisdiák egy napon kémiatanára elé állt, és bemutatta a kartonlapra vázolt tervét: hogyan lehetne Rozing nyomán a távolbalátást megoldani. Minthogy a folyóirat Rozing tervét csupán vázlatosan ismertette, a kisdiák saját elképzelése szerint kiegészítette. A különös és az érdekes az volt a tervben, hogy a fiú nem az addig egyedül lehetséges lyuktárcsás kivitelre gondolt, hanem a katódsugaras képbontás és visszaalakítás lebegett a szeme előtt.

Elmúlt pár esztendő, s a diák nem hagyott fel a tervezéssel. Így történt, hogy 1926-ban egy mérnök ismerőse „kijárta", hogy bankárok és gyárak pénzt előlegezzenek a találmány kidolgozására, és nem is keveset, 25 ezer dollárt. Akkor még senki sem sejtette, hogy mire a kísérletezésből a tömeggyártásra érett tv-készülék megszületik, sok idő és több millió dollár megy el.

A 25 ezer dollárral is baj volt. Kiderült, hogy a fiú még nem múlt el 21 éves, tehát – az ottani és akkori törvé-

nyek szerint – még nem nagykorú. Ezért édesanyját interurbán telefonon felhívták, és ő vállalta, hogy a kölcsönt valóban kísérletezésre fordítják.

A Farnsworth-féle készülékben a képbontást a forgótárcsák helyett az „image dissector" hangzatos nevű készülék végezte. Ebben ment végbe az elektronok kibocsátása és vezérlése az elektromágnesek között. A 150 pontsorból álló képet már némileg – de csak némileg – élvezni is lehetett. Most már a tőkések azzal sem törődtek, hogy a költségek 60 ezer dollárra emelkedtek; megszimatolták a lehetőséget, és szívesen adtak pénzt. A háború idején a kísérletezést nem folytatták, utána egy filmvállalat és egy nagy rádiócég vette kezébe újból a fejlesztést, majd saját vállalkozás alakult a találmány kihasználására.

A fejlődés azonban nem ment egyszerűen, töretlen vonalon, közben sok minden történt.

1925-ben *August Karolus* (szül. 1893) szabadalmaztatta a róla elnevezett „Karolus-cellát"; az 1875-ben felfedezett Kerr-féle jelenség felhasználásával működött. A Kerr-hatás egyes anyagoknak az elektromos erőtérben végbemenő kettős fénytörő képességén alapszik. Később a Karolus–Schröter–Nipkow-tárcsával kombinált szerkezetet a német posta egy ideig műsorsugárzásra is felhasználta.

A korszerű képátvitel kidolgozásán az egész világ tudósai és mérnökei tevékenykedtek. Az elektronika fejletlensége – a nagyvákuum stb. előállítási nehézségei – miatt a húszas és a harmincas években többen próbálták az elektromechanikus, a lyuktárcsás rendszert korszerűsíteni. Több feltaláló nevével találkozunk, közöttük egy igen kiváló magyaréval is.

1929-ben a nagy európai rádió- és villamossági vállalatok háromféle rendszert vezettek be. A német Telefunken a Karolus-rendszert próbálta ki; a Telehor AG a magyar *Mihály Dénes* találmányát igyekezett kihasználni, a Deut-

sche Fernseh-Gesellschaft pedig az angol–német közös rendszerben kidolgozott Baird–Zeiss–Bosch–Loewe elgondolást iparkodott megvalósítani. Mindegyik elektromechanikus alapelven dolgozott.

A feljegyzések szerint 1930-ban egy tv-előadás így zajlott le.

A levelezőlap nagyságú képernyőn csinos hölgy képe jelent meg. Elmagyarázta, hogy Karolus professzor nem C-vel, hanem K-val írja nevét. Közben papírlapot mutatott fel, melyen vastag vonalakkal kirajzolódott a K betű. Ezzel az előadás véget is ért.

Mihály Dénes „Telehorja" már többet tudott, de még mindig messze járt attól, amit ma jó képalkotásnak mondunk.

Mihály Dénes 1894. július 7-én Gödöllőn született, és 1953-ban Berlinben halt meg. 17 éves korában „Az automobil" címen könyve jelent meg. Érdeklődését a rádiózás és távolbalátás már korán felkeltette; Edisonnal is levelezett. 1919-ben a budapesti Telefongyár laboratóriumában betűk és vastag vonalú rajzok továbbítására alkalmas, Telehornak nevezett készüléket állított össze. 1924-ben a berlini AEG (Allgemeine Elektrizitäts Gesellschaft) meghívta berlini kutatólaboratóriumába. 1928-ban a berlini rádiókiállításon bemutatták a Telehor AG gyártmányát, a kor legjobb tv-jét, Mihály Dénes találmányát a „Telehort".

A találmány igen fontos része a képfelbontó- és a leadókészülék korongjainak szinkronizálója; erre angol szabadalmat is kapott. Foglalkozott még fényelektromos jelenségekkel, oszcillográffal és még sok más találmánnyal.

A budapesti Telefongyár, amely Mihály Dénes szabadalmainak egy részét megvásárolta, felhagyott a távolbalátó fejlesztésével, minden bizonnyal azért, mert az aránylag kicsiny vállalat úgy látta, hogy a hallatlanul költséges kísérletezés belátható időn belül nem fizetődik ki. Láttuk, a tv

kifejlesztése Amerikában is millió dollárokba került. Azonkívül az elektromechanikus képbontás-képegyesítés, amely a húszas évek elején még nagy jövőjűnek ígérkezett, a katódsugárcsövek tökéletesedése miatt elavult. A legtekintélyesebb német fizikusok, gyárosok pedig a saját – a német – szempontok érdekében Mihályt megtámadták, és ő a küzdelemben magára maradt. Támadói között volt a rádiózás egyik legelső európai úttörője, a már említett *dr. Hans Bredov*, aki szintén azért kardoskodott, hogy a német találmányt hasznosítsák, nem pedig a magyart. De mindenekfelett a tv irányában jelentkező szükséglet még mindig késett. Mihály 30 pontsoros levelezőlap nagyságú képernyős Volksfernseh (nép-távolbalátó) eladási árát 32 márkára kalkulálta, de sem az ő, sem pedig Karolus rendszere nem mutatkozott fejleszthetőnek.

1936-ban az európai tv már túl volt a kezdeti stádiumon. A közvetítés egyelőre úgy történt, hogy a tv-kocsi tetején levő mozifelvevő a jelenetet filmre vette. A film előhívás stb. után került a képbontóba, majd az antennán át kisugározták. Így a kép az ernyőn mindig bizonyos késéssel jelent meg. A berlini olimpia évében – 1936-ban – a berlini utcákon felállított tv-készülékeken már lehetett egyes versenyszámokat így látni.

Hitler uralma Mihály Dénes számára is katasztrófát hozott. Berlini lakásán üldözötteket rejtegetett, elfogták és internálták. A büntetőtáborban szerzett betegségében 1953-ban halt meg.

A tv rohamos fejlődésének évtizedeit – amelynek során nem csupán szórakoztató eszközzé fejlődött, hanem bevonult az oktatásba, a tudományos kutatóműhelyekbe, művészeket, írókat, kutatókat foglalkoztatott és katonai alkalmazására is sor került –, részleteiben nem követhetjük nyomon. A tv kialakulása és elterjedése nyomán hatalmas ipar

bontakozott ki, új foglalkozások születtek, hatása a társadalomra alig felmérhető.

A tv katonai felhasználása rendkívül széles körű. Tereprészek – magas hegység, gleccserek, tengerpartok – ellenőrzésére alkalmas, ahol észrevétlenül szemmel tarthatók a hágók, az ösvények, a völgyek, a kikötők forgalma stb.

Kidolgozás alatt áll, és mire könyvünk megjelenik, talán ki is próbálják a tv-vel felszerelt ellenrakétát. Működése egyszerűnek tűnik, valójában azonban bonyolult.

A rádiólokátorok által észlelt interkontinentális ballisztikus rakéta leküzdésére ellenrakétát indítanak. Az ellenrakéta fejrészében levő tv-monitor a célt megközelítve befogja a közeledő rakétát. Ekkor a földi irányítóközponton levő képernyő segítségével az ellenrakétát úgy irányítják, hogy a céltárgy képe a képmező közepén maradjon. Amikor az ellenrakéta a céltárgy közelébe kerül, parancsra felrobbantják.

Földünk körül az amerikai felderítő „kémholdak" egész sora kering már. Nagy fényerejű lencsékkel felszerelt gépekkel infravörös anyagra fényképeznek. A filmszalagot a mesterséges hold automatikus-laboratóriuma kidolgozza, tárolja, és földi parancsra a műhold tv-adókészüléke a képet a földi állomásra sugározza.

A második világháború „kulisszatitkai" közé tartozik a tv felhasználása bombázáskor. A repülőgépről ledobott nagyméretű bomba fejébe tv-felvevőkamerát helyeztek, amely a felvett képet visszasugározta a gépre, ahonnan parancsjelekkel vezették rá a célra. Állítólag Helgoland búvárhajó támaszpontja és nagy légvédelmi központja ellen ilyen bombákat is bevetettek.

A kémholdak adásának vételére a közönséges műsorvevő tv-készülékek csekély képfelbontó képességük miatt nem alkalmasak. A képfelbontás nálunk 625, Amerikában 525 soros. A kémholdak készülékei milliméterenként 100

vonalas felbontást végeznek. A „Photoscan" nevű amerikai kémhold 10 ezer sorra bontja fel a képet, s így egy-egy kép megközelítően 120 millió képelemből – pontból – áll össze. Ilyen felbontás esetén a 250 kilométer magasból készített felvételen – 30 centiméteres gyújtótávú objektív esetén – már a 20 méter hosszúságú tárgy észrevehető. 350 centiméteres objektívvel készített képen az 1,7 méter hosszú test is felismerhető.

Kidolgoztak olyan rendszert is, hogy a kémhold által készített filmet nem közvetítik – mert ezt az ellenség is foghatja –, hanem fékező rakétával ellátott tartályban leengedik a földre, ejtőernyővel.

Amikor az egyik szovjet mesterséges égitest kamerája a Hold túlsó oldalát fényképezte, a filmet a készülék ki is dolgozta, és akkor sugározta a Földre, amikor a „Hold holdja" előbukkant a Hold mögül.

Az ipari tv felhasználási lehetőségei szinte kimeríthetetlenek. Néhány példa.

Nem bizonyos, hogy a kazángépész a kazánházból látja a kéményen eltávozó füstöt. Márpedig a füst színe elárulja, hogy jól tüzelnek-e a kazánokban, vagy pedig sok szén megy-e veszendőbe. A kazán mellett tevékenykedő gépész a tv képernyőjén ellenőrzi a füst színét – árnyalatát –, és annak megfelelően intézkedhet a tüzelés módosítására.

Atomreaktorok, öntödék, forró, sugárveszélyes helyiségek, mérges gázokkal teli aknák, alagutak is szemmel tarthatók tv segítségével.

Az orvostudományi egyetemeken a műtéteket csak kevés hallgató nézheti közvetlenül. Ezért a képet a műtéti terület fölött elhelyezett tv-kamera közvetíti. Ezt nagy előadóterem hallgatósága is végignézheti anélkül, hogy az operáló orvost zavarná, ugyanakkor az orvos beszélhet is, a hallgatóság hallhatja.

A pedagógusképzésben a „zártláncú tv" kapott számot-

tevő szerepet. Az órát tartó vezető tanár előadását, a tanulók viselkedését, az előadóasztalon végzett kísérletet nem a terembe zsúfolt pedagógus hallgatósereg nézi, hallgatja, hanem csupán a tv-monitor. Az oktató munkáját egy másik teremben figyelhetik.

Automata gyárak gépsorait központi vezérlőasztalról irányítják; a műhelyvezető a gépek működését tv-n át figyeli.

A hajóroncsokat a vízbe leengedett tv-monitorokkal lehet megkeresni, fekvésüket megállapítani, hogy a leereszkedő búvár ne kényszerüljön értékes idejét keresgetéssel eltölteni. A markolókészülékek, a manipulátorok munkáját ugyancsak tv-vel irányíthatják.

Nagy forgalmú rendezőpályaudvarok, útkereszteződések forgalmát napjainkban nem egy helyen távolról, tv segítségével irányítják.

Szakadásig, törésig terhelt gépek tv-megfigyelése esetén nem áll fenn a közvetlen sérülés veszélye, hiszen nincs senki a szétrepülő kerék vagy felrobbanó tartály közelében.

Tűzhányók kráterei belülről leengedett tv-kamerákkal megfigyelhetők. A térbeli látást biztosító és színes tv segítségével laboratóriumi munkák elvégezhetők. Az ember csak a „manipulátort" kezeli, mialatt a munka veszedelmes része tőle távol megy végbe.

A repülőtereken elhelyezett tv-monitorok a ködben, sötétben leszálló gépet infrasugarak segítségével észlelik, és közlik utasításaikat a gépen levő tv-készülékkel. Ennek képernyőjén a pilóta úgy lát, mintha a kifutópálya széléről nézne, és könnyen elvégezheti a szükséges leszálló műveleteket.

Tv-mikroszkóppal a 0,4 mikronnal kisebb tárgyak is megfigyelhetők, és így az ultraibolya fénnyel megvilágított 0,01 mikron átmérőjű objektumok láthatóvá válnak. (1 mikron a milliméter ezredrésze.) Ellenpéldaként megemlít-

jük, hogy a csillagászati távcsővel kombinált tv a szem részére nem észlelhető fényforrásokat is észlelhetővé teszi.

A távolabbi jövő perspektívái közé tartozik, hogy az emberiség a Föld rendkívül sok pontján elhelyezett tv-felvevőkamerákkal szemlélteti a lakóhelyétől távoli tájakat. Megnézheti a Mont Blanc csúcsát, a Niagara vízesést, a dzsungelben lopakodó tigrist, a Kalahári sivatagot, a magasban szárnyaló sast, távoli városok utcáinak képét stb., stb.

Létezik már olyan tv is, amely a képet kivetíti. Nem lehetetlen, hogy el is terjed, de hogy a közönség adott esetben hogyan reagál valamilyen újításra, rendkívül nehéz kiszámítani.

A Hold, a Venus, a Mars vagy a Saturnus felé száguldó űrhajók tv-készülékei lenyűgöző látványt közvetítenek a néző felé.

A Nipkow-tárcsától az űrhajó tv-kamerájáig vezető út – mint láttuk – ugyancsak hosszú volt.

A tranzisztor

A második világháború idején a lövegek – közöttük elsősorban a légvédelmi lövegek – ballisztikai tulajdonságainak tudományos vizsgálata egész sereg matematikust foglalkoztatott, akik hónapokon, éveken át belemerültek bonyolult számításaikba, mialatt a harcterek egyre újabb és jobb lövegeket, lőszert kívántak. A munkát gyorsítani kellett, és előtérbe került a szellemi munka – meghatározott mértékű – gépesítésének szükségessége. Ennek eredményeként megszülettek az elektronikus számítógépek. Az első közülük, amelyet kifejezetten ballisztikai számításokra szer-

kesztettek, több mint tízezer rádiócsővel dolgozott. Nehézkesnek bizonyult, hamar elavult, le is szerelték.

A rádiók, de más elektronikus berendezések méreteinek csökkentését is többek között az tette lehetővé, hogy feltalálták a rádiócsövet helyettesítő új szerkezeti elemet, a tranzisztort. A működési elvét felfedező Braunról már szólottunk.

A tranzisztorok lényeges alkotóeleme a félvezető, nagy tisztaságú germánium vagy szilícium. Működés közben nem fogyaszt áramot, más szóval az egyenirányításhoz nincs szüksége telepre (mint a rádiócsőnél az izzókatód izzítására).

1922-ben *O. V. Loszjev* a nyizsegorodi rádiólaboratórium fiatal kutatója kristálydetektoros készülékével – amelynek áramforrásául zseblámpaelemet használt – ugyanúgy erősítette a rádiójeleket, mint az elektroncsöves készülékkel. Kiderült, hogy a félvezető kristály nemcsak az egyenirányításra, hanem erősítésre is jól felhasználható.

A félvezetőből kialakított tranzisztor súlya töredéke az elektroncsőének, térfogata kicsiny – esetenként kisebb, mint a cső térfogatának ezredrésze –, fűtőenergiát nem kíván, nagy frekvenciákon is működik, a rázással szemben érzéketlen, nem törékeny. Egyetlen hátránya a hőérzékenysége.

A fejlődés további előrelépését jelentette, hogy a nehézkes huzalozás helyett kidolgozták a nyomtatott áramköröket. Régebben a huzalozást drótok hajtogatásával, forrasztással szigetelő alaplemezen állították össze. A nyomtatott áramkörök segítségével a méretek szinte valószínűtlenül kicsinyre zsugorodtak össze. Olyan parányi kapcsolások is létesíthetők, hogy az egész rendszer átfér a tű fokán.

A kristályokról közbevetőleg még annyit, hogy a kvarckristály – az ún. piezoelektromos jelenség alapján – rezgésbe jön, és rezgésszáma állandó. Felhasználható nagy pon-

tosságú órák vezérlésére (kvarcóra) és rádiókészülék hullámhosszának (frekvenciájának) igen pontos beállítására. Ma, amikor megszámlálhatatlanul sok adókészülék dolgozik (gondoljunk csak egy gépesített hadseregre, hányféle rádiókészülékkel felszerelve vonul fel), a precíz hullámhosszbeállítás a szelektív adásnak és vételnek nélkülözhetetlen feltétele. A szükséges kvarckristályokat a Szovjetunió és Brazília bányái szolgáltatják legnagyobb mennyiségben, de ma már szintetikusan is gyártják. A hajszálvékonyra csiszolt nagy értékű kvarclemez a csempészkereskedelem kedvelt árúja.

A „miniatürizált" és „tranzisztorizált" rádiók az űrhajózásban nélkülözhetetlenek, hiszen minden grammal és köbcentiméterrel takarékoskodni, ugyanakkor a teljesítményt fokozni kell. Közismert, hogy a jelek a távolság négyzetével fordított arányban gyengülnek. Kétszer nagyobb távolságon a vétel négyszer halkabb.

A rádiózás kezdeti idején a 2000 méteres hullámhosszat tartották legmegfelelőbbnek; később a „közép" hullámhossza a 200–500 méter lett, azon túl a „rövidhullámok" birodalma következett. A rövidhullámon néhány wattnyi teljesítménnyel ugyanannyit lehet elérni, mint pár évtizeddel előbb száz kilowattal.

Az űrhajókkal való távíró- vagy telefonérintkezés csak úgy lehetséges, ha a rádióhullámok aránylag keskeny nyalábban haladnak. Hosszúhullámokkal igen nagy teljesítmény és nagy méretű antenna alkalmazása esetén a Föld túlsó oldalán levő mesterséges holddal is lehet a kapcsolatot tartani. A rádióhullámok terjedésének vizsgálata érdekében kutatják a Föld és a Hold „mágneses terét".

Az űrhajózás rádiótechnikája külön tudományág.

HÍRKÖZLŐ MESTERSÉGES HOLDAK

1957 őszén repült fel a világűrbe az első mesterséges hold, a Szputnyik 1. Azóta több száz követte. Az újságok naponta hozzák a hírt, hogy a Szovjetunióban, Amerikában, Ausztráliában óriásrakéták mesterséges égitesteket állítanak pályájukra. A világűr megismerése, meghódítása rohamos ütemben halad előre, de az ember még éppen csak a kozmosz küszöbére lépett. Az elkövetkező évtizedek, évszázadok határtalan lehetőségeket ígérnek ezen a téren.

Gagarin korszakalkotó repülése óta jó néhány szovjet és amerikai asztronauta kerülte meg a Földet, és közben támaszpontjukkal beszélgettek, televíziós közvetítést végeztek. Láttuk az űrkabinok belsejét, a végtelen térbe kilépő asztronautát. A hang és a kép elektromos hullámokon érkezett készülékünkhöz. A hetvenes évek feltehetően meghozzák az embernek a Holdra való leereszkedését és visszatérését. (Könyvünk írásakor ment végbe az Apollo 8. sikeres holdkerülő útja.)

A mesterséges holdakat nem csupán a kozmikus térség tanulmányozására, hanem közvetlen gyakorlati célokra, így híradásra, hírközlésre is fel lehet használni. Az első, kifejezetten híradástechnikai mesterséges holdat 1962. július 10-én egy Delta Thor rakétával lőtték fel – az azóta Cape

Kennedynek elnevezett – Cape Canaveral rakétakísérleti telepről.

Rövidesen a Szovjetunióban is több mesterséges holdat bocsátottak föld körüli pályára, amelyek mind hírközlési célokat szolgálnak. Így a *Molnyija I.* mesterséges hold a Moszkva és a Vlagyivosztok közötti tv-átvitelre alkalmas, és felhasználják a Párizs–Moszkva közötti közvetítésre is, a színes tv-műsort is beleértve.

Az Egyesült Államokban kimondottan katonai célokra több hírközlő holdat bocsátottak fel, elsősorban a vietnami háború során a Pentagon és a hadszíntér vezérkara közötti kapcsolat fenntartására.

A híradástechnikai – hírközlő – műholdak passzívak és aktívak lehetnek.

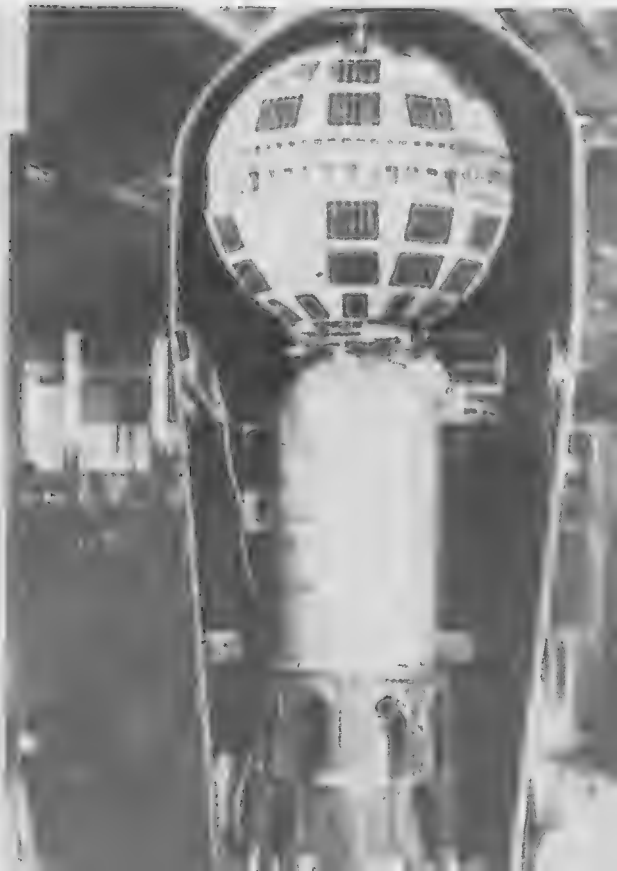
A passzív mesterséges hold óriási műanyag gömb, amelynek fémes felületéről a rádió- és a fényhullámok visszaverődnek. Szabad szemmel is jól láthatók. Ilyen volt az „Echo", amelyet nálunk is lassan mozgó csillagként lehetett észlelni. Előnye, hogy bármilyen hullámhossz visszaverésére – közvetítésére – alkalmas.

Az aktív mesterséges hold a rádiójelek vétele után azonnal – esetleg később – sugározza ki, amit vett, és így voltaképpen közvetítő állomás. Felszerelésében tehát áramforrás (napelem, tüzelőanyag cella vagy más energiaellátó rendszer), rádió vevő- és adókészülék, antenna stb. van. Kezdetben nikkel-kadmium elemeket használtak, de azóta jobb, megbízhatóbb áramforrásokat is találtak.

A „Telstar" nevű hírközlő műhold vevőkészüléke egymilliárdod watt teljesítményű jelzést is felfog, és 25 watt teljesítménnyel visszasugározza. Az antenna gömbövként fogja körül a mesterséges hold testét. A visszasugárzott és a földi állomás által felvett jelzéseket mikrohullámú lánc viszi tovább.

A földfelület egészére kiterjedő tv-adásra tervezték az

A mikrominiatürizálás csodája. Integrált áramkör a tű fokában



Telstar a Delta Thor rakéta fejében

Karolus–Schröter-rendszerű Kerr-cellás, Nipkow-tárcsás televízió a húszas évek elejéről

Parabolaantennák a mikrohullámú tv-lánc tokaji állomásán

A tudományos-technikai forradalom szimbólumai. Mesterséges holdak figyelését szolgáló antennák

Zvorikin a iconoscope készülékkel. 1920-ban

A világ legmagasabb – 520 méteres – tv-tornyának építése Moszkvában

A Harkovban felépült óriás rádióteleszkóp antennái

amerikaiak a Syncom-rendszert. Ennél három hírközlő műhold, egymással és a Földdel szinkronban mozog, tehát látszólag a Föld ugyanazon pontjai felett lebegnek. Ez azt jelenti, hogy sebességük azonos a Föld kerületi sebességével. (Illetve, valamivel több, hiszen a Föld központjától nagyobb távolságra vannak, mint a földfelszín).

Kísérleteznek magának a Holdnak hírközlésre való felhasználásával is. A Holdról visszavert tv-jeleket viszonylag jól lehet venni, de a Hold sokféle, bonyolult mozgása miatt az ilyen adás és vétel rendkívül nehézkes. Ha majd a Holdon nagy közvetítőállomásokat rendeznek be, a televízió műsora bizonyára igen változatossá válik, hiszen távoli országok adását is jól lehet majd venni. Ez a kor talán nincs is nagyon messze, lehet, hogy csupán néhány évtized.

Jelenleg a televíziós átvitel mikrohullámú láncok segítségével történik, de a jövő a „hírholdaké". A hírközlő műholdak gondolatát a Bell-laboratórium tudományos igazgatója a „Jet propulsion" (Sugárhajtás) című folyóirat 1955. áprilisi számában vetette fel, az „Orbital radio relays" – föld körüli rádió-közvetítőállomások – című cikkében. Ehhez tudnunk kell, hogy ekkor még egyetlen mesterséges hold sem volt fent, de mind a Szovjetunióban, mind az Egyesült Államokban a tervezésen már túl voltak.

Érdekesség kedvéért elmondjuk, milyen bonyolult szerkezet egy ilyen aktív hírközlő hold.

Az első Telstárnál 1064 darab tranzisztor és 1464 dióda, 3600 darab napelem, összesen 58 880 különféle alkatrész volt a 86 cm átmérőjű gömbbe építve. Súlya alig volt több 72 kilogrammnál. Áramellátását napelemek biztosították, ha árnyékba került, 19 akkumulátorra kapcsolt át. A beépített 1064 darab tranzisztor közül csupán 14 vett részt a rádióadásban, a többi különféle segédberendezéseket szolgált ki. Összeszerelésekor a műhely levegőjét tökéletesen portalanították (a beszívott levegőt vízgőzzel telítették,

kifagyasztották, ekkor a vízzel együtt a por is kiválik), és a dolgozók légzsilipen keresztül, különleges, szálat nem veszítő ruhában léptek be a helyiségbe. Minderre azért van szükség, mert egyetlen porszem a készülék működését megbéníthatja. Még a vázlatokat, a rajzokat is lemosható – port nem képező – ceruzával készítették.

A híradástechnikai mesterséges holdakkal való kapcsolat fenntartására óriási paraboloid és kürt alakú antennák épültek.

A Szovjetunióban a Molnyija 1. és a követő híradástechnikai holdak az óriási kiterjedésű ország hírközlő rendszerének teljesebbé, tökéletesebbé tételét szolgálják. A Szovjetunió a 40° északi szélességtől északra terül el, tehát az egyenlítő körül keringő híradástechnikai holdaknak gyakorlati haszna csekély lenne. Ezért 12 órás – 720 perces – keringési idejű Molnyija-holdakat bocsátottak fel. Energiaellátásukat napelemek és akkumulátorok adják. Pályájukat és keringésüket úgy tervezték meg, hogy a Földnek – a Szovjetunió számára – túlsó oldalán csak rövid ideig tartózkodnak, és az irányítható antennákkal körülbelül 10 órán át a Szovjetunió és Franciaország által befogott terület felett „láthatók". A felfogott rádiójeleket felerősítve, két parabolatükrös antennával a Föld felé visszasugározzák. Az antennák automatikusan beállnak az adó- és vevőállomásra.

Az első Molnyija-holdat 1965. április 23-án indították. A könyvünk kéziratának lezárásáig felbocsátott öt hold közül négy teljes rendszert alkot, egy azóta „elhallgatott". A rendszer lehetővé teszi a napi 24 órás időtartamú zavartalan vételt.

A Molnyija-holdak a fekete-fehér és színes tv-adást is közvetítik. A 3. és 4. számot viselő „Molnyija" a magas légkörből a felhőzetet is fényképezi. Felvételei jól mutatják

a Föld légkörének felhőzetét, és az így nyert képek meteorológiai előrejelzésre alkalmasak.

Pár évvel ezelőtt a rádiócsillagászattal foglalkozó tudósok körében nagy nyugtalanságot okozott az amerikaiak WEST FORD-terve, amelyet végre is hajtottak. Egy 1961 októberében felbocsátott mesterséges hold segítségével 3500 millió, hajszálnál is vékonyabb rövid drótdarabot szórtak szét 3360 kilométernyi magasban. A drótfelhő 40 kilométer széles, 8 kilométer vastag gyűrűt képezett a Föld körül. A fémtűk „dipolokként", a Földről rájuk irányított rövidhullámú jelek visszaverését szolgálták volna, hogy az adást a Föld valamennyi pontján egyformán jól lehessen venni. Elsősorban katonai célokra tervezték, az Egyesült Államok és a távoli hajók stb. közötti összeköttetés biztosítására. A csillagászok pedig attól féltek, hogy a tűfelhő a világtér mélységéből érkező sugárzások megfigyelését akadályozza. Az aggodalom azonban feleslegesnek bizonyult. A tűfelhő ugyanis szétszóródott, s ma már semmiféle eszközzel nem lehet nyomát észlelni, s így ez a híradástechnikai elképzelés nem vált valóra.

A „Score" hírholdat 1958. december 18-án lőtték fel. Berendezésében a rádiójeleket magnetofon rögzítette. Ennél is alkalmazták az előbbiekben már ismertetett módszert, amely szerint a több ezer szavas szöveget igen rövid idő alatt adták le. A magnó ugyancsak rövid idő alatt – mintegy összepréselve – adta le a közlést. Így a berendezés kevés energiát fogyasztott, és némi titkosságot is biztosított, legalábbis rövid időre. Egy hétig működött, azután elhallgatott, és soha többé nem szólalt meg. Több hasonló hold járt így.

Az új korszak tennivalóiból régi barátaink, a rádióamatőrök sem maradtak ki. Mesterséges holdat magánerőből senki sem lőhet fel, ehhez igen jelentős anyagi erőforrások szükségesek. (Persze más okok is közrejátszhatnak.) Az

amatőrök azonban nem riadtak vissza. Összeállították a négy és fél kilós OSCAR-t, amely (*O*rbiting *S*atellita *C*arrying *A*mateur *R*adio) tizedwattos kis adóival tízmásodpercenként a *H* és az *I* betűket adta (.... .. ..). Ezzel azután a földkerekség rádióamatőrei jól elszórakoznak, és megírják egymásnak, hogy hol, mikor, milyen vételi viszonyok közt találkoztak az OSCAR-ral. (Az OSCAR-holdakat az amerikaiak a Discoverer típusú rakétákkal történő kísérletezés során „szívességből" juttatják pályájukra.)

A Szovjetunió sarki tájain eredményes kísérleteket végeztek a meteoroknak hírközlő holdakként való felhasználásával. Földünk légkörébe minden időben milliónyi meteor érkezik, és legnagyobb részük a levegőhöz súrlódva elpárolog. Ilyenkor a körülöttük levő ritka levegő ionizálódik, és ezen az ionizált felhőn a lokátorhullámok visszaverődnek. A kísérletek tapasztalatai szerint a napnak mind a 24 órájában jól lehet venni a meteorok által visszavert rádióhullámokat. Minthogy másodpercenként legkevesebb egy mikrometeor érkezik, így az apró „holdacskák" kiesésével, kimaradásával gyakorlatilag nem kell számolni. A rendszer hírközlésre 2000 kilométer távolságig jól használható, tehát egymástól 2000 kilométerre levő állomások kapcsolatának fenntartására alkalmas. (Közli a VDI Nachrichten 1967. évi augusztusi 35. száma.)

A híradástechnika kultúrhistóriájáról elmondottak befejezéseként szóljunk még röviden arról, mit adott a híradástechnika a mának és mit lehet a jövőben várni tőle.

Troposzferikus híradás

A mikrohullámú lánc lényegét minden mai újságolvasó ismeri, mi is többször szóltunk róla. A „Druzsba" nevet viselő mikrohullámú lánc a magyar és a szovjet híradástechnika közös alkotása, a baráti országok közötti hírközlő kapcsolat fenntartására szolgál. A rövid- és az ultrarövid hullámok egyenes vonalú terjedése miatt a Föld görbülete szükségessé teszi, hogy az ilyen lánc közvetítő tornyai között „rálátás" legyen. A tornyok mintegy 50 kilométernyi távolságra vannak egymástól. A híradástechnika ezt a kissé nehézkes eljárást – elsősorban a katonai téren – mindenképpen meg akarja kerülni. A rádiótechnikai és a geofizikai kutatások eredményeként így jött létre a troposzferikus híradástechnika. Lényege a következő.

A magas légkör troposzférának nevezett rétege (mintegy 15 kilométer magasságban a Föld felszíne felett) az elektromágneses hullámokat szétszórja. Ha tehát a vevőállomás antennáját úgy állítják be, hogy a troposzféráról visszaverődő, szétszórt hullámokat felfogja, a troposzférán át rádiókapcsolat létesíthető az adó- és a vevőállomás között. A troposzféra mozgása, hullámzása, szóródása miatt a visszaverődés különböző mértékű. Ezért a tropo-vevőkészüléket úgy kell megépíteni, hogy a beérkező leggyengébb jeleket is képes legyen venni, illetve érthetővé tudja felerősíteni. Megfigyelték, hogy nyáron a szórt jelek teljesítménye mintegy tizenötszöröse a télinek. A tapasztalatok szerint 70–500 kilométer távolságig lehet megbízható troposzferikus adásvételt létrehozni. Ha az adás több frekvencián (több hullámhosszon), a vétel pedig több antennával és több vevőkészülékkel történik, a vétel megbízhatósága növekszik. Ez az ún. „diversity eljárás". A több vevő által vett jeleket megfelelő összegező erősítőn át egyesítik.

Légvédelmi célra építették ki Alaszkában és Kanada északi vidékein azt az óriási radarhálózatot, amelyet napjainkban nyugat és kelet felé is kiterjesztenek. A radarállomások közötti összeköttetésre a White Elise nevet viselő troposzferikus rendszert is létrehozták; 18 méter oldalhosszúságú antennákkal és 12 vagy helyenkint 96 csatornával dolgozik. Európában a NATO-főparancsnokság 15 ezer kilométer hosszúságú hasonló rendszert épít. A helyhez kötött állomások mellett több mozgó állomás is működik. A troposzféra állomások rendszerét jóformán valamennyi államban megtaláljuk, és csaknem kizárólag katonai rendeltetésűek.

Rádiózás a föld alatt

Már a szikratáviratozás őskorában tanulmányozták a hullámok terjedését a föld alatti üregekben is. Bányákban, kiterjedt erődítmények alagútjaiban, aknákban figyelték, miként terjed a szikra kisülésekor keltett rádióhullám. Különösen a bányákban végzett kísérletek voltak érdekesek. Megállapították például, hogy a fémekben gazdag ércek a rádióhullámok terjedésének útját állják, a száraz homok, a mészkő pedig átengedi. A geofizikusok (bár akkoriban még ilyen szakképzettség nem volt, tehát inkább úgy mondhatnánk, hogy a geofizika úttörői) úgy látták, hogy a szikratávíró az érckutatás során is alkalmazható. Valóban ezzel a módszerrel nem egy felhagyott bányában megállapították, hogy még nagyobb érckészletek feltárására lehet számítani. Napjainkban a geofizika kutatómódszerei már sokkal fejlettebbek.

A föld alatti rádiózás gondolatát a nukleáris háború lehetősége is felvetette. Az atom- és a hidrogénbomba robbanásakor ugyanis a rádióvétel nemcsak hogy rendkívül nehéz, hanem hosszú időre meg is szűnhet. A levegő alkotórészeinek atomi állapotra való szétesése, ionizálódása a rádióhullámok terjedését megzavarja. Ilyen esetben vissza kellene térni a vezetékes híradásra. Ez pedig aligha lehetséges, hiszen a rombolás a légvezetékeket is szétszaggatja. A mélyen telepített kábelek esetleg használhatók.

A földkéreg felső része őskőzetekből – gránit –, továbbá vulkánikus kőzetekből – bazalt – és üledékes kőzetekből – homokkő, mészkő – épül fel. A rádióhullám terjedése a kőzetekben meggyengül, csillapodik. Minthogy a földkéreg bonyolult rétegeződésekből, vetődésekből stb. áll, a rádióhullámok föld alatti terjedését előre aligha lehet kiszámítani. Előzetes kísérletezésnek kell eldöntenie, hogy hol, mi-

lyen lehetőségek ígérkeznek a **rádiózásra. A föld alatti** rádiózás többféleképpen megvalósítható. Közülük a leglényegesebbek a következők.

Föld alól, a levegőn keresztül a föld alá. A föld alatti adó által kisugárzott rádióhullámok a föld felületén – felületi hullámokként – terjednek, majd a talajba hatolva a vevőhöz jutnak. Az ilyen berendezések antennáinak szerkesztése nehéz feladatot ró a rádiótechnikusokra. Az erődökben, a hegyi harcok-hadműveletek során a nem túl nagy távolságú állomások között ez a rendszer – például a tüzérségi tűz vezetésére – alkalmas lehet.

A föld alatti híradásra különleges antennák szolgálnak. A rosszul vezető rétegekben – például robbantással – üreget alakítanak ki, ezt jól vezető folyadékkal töltik meg, és az antennavezetéket kapcsolatba hozzák a folyadékkal. A folyadékos antennák hatásfoka igen jó.

A teljesen föld alatti adásvétel technikája még nem kidolgozott. Úgy vélik, hogy a földfelület összetétele mintegy 25 százalékban lehetővé teszi a viszonylagosan nagy – a 65 kilométert is meghaladó – távolságra való rádiózást. Egyes kutatók a közel kétezer kilométeres távolságot is elérhetőnek tartják.

Az atomrobbanáskor keletkező lökéshullám okozta rombolások miatt a föld alatti rádiózás kifejlesztésének igen nagy katonai jelentősége lehet.

A rohamosan növekvő polgári, valamint katonai igények és nem utolsósorban követelmények hatására a híradástechnika a készüléképítés terén a miniatürizálás, sőt a mikrominiatürizálás felé fordult. A második világháború „rádiógránátjai" – más néven „közelségi gyújtói" – megjelenésük idején a miniatürizálás csodáinak számítottak. A fellőtt gránátfejben levő parányi rádióadó által kibocsátott rádióhullámok a közeledő repülőgép vagy a szárnyas bomba (V–1) testéről visszaverődve és a gránát vevőkészülékébe visszajutva a töltetet felrobbantották. A lövedékek rádióiban még parányi elektroncsövek voltak.

A tranzisztor 1948. évi felfedezésével és rohamos elterjedésével a miniatürizálás folyamata meggyorsult. A miniatürizált katonai készülékkel szemben a következő követelményeket támasztják: fokozódjék a készülék teljesítőképessége és megbízhatósága, ugyanakkor súlya, mérete kisebb legyen, kevés áramot fogyasszon, és ne kerüljön sokba.

A híradástechnikai miniatürizálás folyamata három fokozatban ment végbe. (Miniatürizálás természetesen más téren is folyik, például a számító- és vezérlőkészülékek, a fényképezés területén stb.)

A modul-rendszer elektroncsöveket alkalmazott. A *novisztor* cső már nem üvegből, hanem keramikus anyagból készült.

A nyomtatott huzalozás és a *félvezetők* alkalmazásával nagy alkatrészsűrűséget értek el. Utóbbin azt értik, hogy a készülék ugyanakkora térfogata több alkatrészt fogad be, mint régebben. Az ilyen készülékek a rázással, az ütéssel szemben jobban ellenállnak. A rakéták, az űrhajók, a harckocsik rádióinak stb. az igénybevétele tudvalevően igen nagy, és ezt számításba kell venni.

Az ilyen konstrukciók gyártása egyszerű, szerelésük mechanizálható, elemei építőkockaszerűen összerakhatók, s ezzel a gyártás olcsóbbá is válik.

A mikromodul-rendszer keramikus lapocskákra felvitt kondenzátor, félvezető stb. alkatrészekből áll. Az alkatrészek nyomdai, fényképészeti, kémiai, maratási stb. eljárással olcsón, és gyorsan, nagy tömegben készíthetők. Az olyan áramköröket, amelyeket roncsolás nélkül többé nem lehet szétszedni, integrált áramköröknek mondják. Az elektronikus számítógép egy része, „egy morzsája" egy négyzetmilliméternyi területre felvihető.

A moltechnika szilárd anyagban kialakított áramkörökből és alkatrészekből álló készülékeket épít. A tartótest rendszerint aranyból készül, erre dolgozzák rá a szilícium félvezetőből kiképezett alkatrészeket. Így ötszázszor nagyobb alkatrészsűrűség érhető el, mint például a mikromodul-rendszernél.

A monolittechnika áramköreit egyetlen szilárd test hordja.

Amíg a második világháború rádiógránátjaiban a fej belső térfogatának minden egyes literében 35 alkatrész „zsúfolódott", a miniatürizálás során 170, a szubminiatürizálás kifejlesztésében 1700 alkatrész került egy liternyi térfogatra.

Az egydimenziós mikromodul-rendszernél az alkatrészek száma 20 ezer literre emelkedett, a kétdimenziósnál 80 ezerre, míg a modulrendszer és moltechnika literenként több mint 3 millió alkatrészt varázsol a készülékbe. Ellenőrzésük, szerelésük már mikroszkóp alatt történik.

Ez a folyamat napjainkban az űrhajózás és a rakétatechnika ösztönzése nyomán még jobban meggyorsul.

EGY HŐS HÍRADÓ KATONA

A Nagy Honvédő Háború történetének lapjain a szovjet katonák hősiességének, önfeláldozásának sok kimagasló példáját találjuk.

A híradó katonák harcukat nem elsősorban fegyverekkel vívják. Az ő hősiességük a helytállásban, a távbeszélő-készüléknél az utolsó pillanatig való kitartásban és nemegyszer az összeköttetésnek az ellenség gyilkos tüzében történő megteremtésében nyilvánul meg.

A sok példa közül egy.

A sztálingrádi csata a második világháború fordulópontja. A 143 napig hősiesen harcoló sztálingrádi erőd falain tört meg a hitleri fasiszta hadigépezet ereje.

Itt fordult meg a kocka . . .

Vaszilij Ivanovics Csujkov, a Szovjetunió marsallja ebben az időben a 62. hadsereg parancsnoka volt. Az „Erőd a Volga partján" című könyvében állított emléket Sztálingrád hős védőinek. A naptár 1942. november 11-ét mutatott. Az öldöklő harcok ekkor már a város falai között folytak. Könyvéből idézünk.

„A Tuvinszkaja utcán a benzintartályok többször is gazdát cseréltek. A vörös matrózok a harc hevében ledobálták köpenyüket, s nekigyűrkőzve harcoltak, majd a rohamok

visszaverése után támadásba lendültek. Nem kevésbé elkeseredett harc folyt a Vörös Október gyár szerelőcsarnokaiban és a Mamajev-kurgánon. Már-már magunk is azt kezdtük hinni, hogy harcosaink sebezhetetlen hősökké váltak, akikkel nem bír semmilyen erő.

A nap második felében megszakadt a távbeszélő-összeköttetésünk a Mamajev-kurgánon harcoló Batyuk-hadosztály parancsnoki harcálláspontjával. Tyitajev híradós katona ment ki a vonal megjavítására. Egy kis idő múlva működni kezdett a távbeszélő, a hiba megszűnt, de Tyitajev nem tért vissza. Holtan feküdt egy gránáttölcsér szélén, fogai közé szorította a vezeték két végét. A híradós katonák, akik megtalálták, elmondták, hogy foga szorosan össze volt zárva. Az életét kioltó golyó sem tudta megakadályozni, hogy a bátor katona teljesítse feladatát. Mintha még holtan is harcolt volna a fasiszták ellen. A híradós katonák csakhamar dalt költöttek róla, amelyben érzelmeik és élményeik formálódtak szavakba. Ennek a dalnak jó néhány sora közel sem tökéletes, de szó szerint idézem abban a formában, ahogy azokban a napokban Tyitajev barátai énekelték.

Elbúcsúzott. A vállán hátizsák,
Hó lepte el nyomát, amerre lépett,
S ő megkereste száz halálon át,
Hol tépte akna szét a vezetéket.

Két végét foggal összefogja már,
A győzelem oly édesen mosolygott,
De jaj! egy akna épp mellé talál
S fegyvert ropogtatnak felé a dombokon.

S ő úgy hallotta, gólya kelepel,
Tekintete a messzeségbe téved,
Oroszországon vér és hólepel
Holtak fölött szél zúg, mint gyászi ének.

Feltérdepelt. Riasztó csontkezét
Mereszti már a rém felé a hóban,
Fogai közt a tépett vezeték,
És elterül fejjel nyugatra, szótlan,

S zúdult reá a golyók zápora,
A néma harcos bárha meg se rezdül,
De a vezénykő fennen száll tova
*A támadásra holt testén keresztül."**

Újsághír a Népszava, 1969. január 7-i, keddi számából:

„Vasárnap reggel a Szovjetunióban moszkvai idő szerint 9 óra 28 perckor felbocsátották a Vénusz 5. automatikus űrállomást, amely folytatja a Vénusz 4. által megkezdett kutatásokat. A jelenlegi automatikus űrállomás, miután 250 millió kilométert tesz meg a világűrben, május közepén simán leszáll a Vénuszon és légköri kutatásokat végez a bolygó térségében.

Vasárnap 13 órakor az űrállomás 25 000 kilométerre volt Földünktől; a berendezés normálisan működik, az összeköttetés állandó.

A Vénusz 5-tel rendszeres rádiókapcsolatot tartanak fenn, és a tudományos adatokat 922–763 megaherz frek-

* (Idézet Csujkov: Erőd a Volga partján című könyvéből. Zrínyi Katonai Kiadó, 1960. 251. és 252. oldal).

vencián veszik . . . Az automatikus űrállomás repülését kozmikus távközlési központból vezérlik . . .”

Az Aphaia-templom füstjeleit figyelő athéniektől a Venus 5. rádiójeleit észlelő, értékelő szovjet tudósok, rádiótechnikusok munkájáig az emberiség, az emberi kultúra hatalmas utat tett meg.

A. Sz. Popov Központi Híradástechnikai Múzeum leírása. Leningrád, 1962. Oroszból Demetrovics Szilárd fordította. Kéziratban.

Andai Pál: A technika fejlődése az őskortól az atomkor küszöbéig. Akadémiai Kiadó, Budapest, 1965.

Archibald, Williams: Korunk találmányai. Franklin Társulat kiadása, Budapest, 1910.

Arendt, O.: Die elektrische Wellentelegraphie. Vieweg & Sohn kiadása, Braunschweig, 1907.

Auerbach, Felix: Die Physik im Kriege. Verlag von Gustav Fischer, Jena, 1915.

Bálint János: A katonai híradástechnika fejlődésének főbb irányai. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1965.

Bekker, Cajus: Radar. Duell im Dunkel. Dramatische Höhepunkt der wissenschaftlich-technischen Kriegsführung. Gerhard Stalling Verlag, Oldenburg, évszám nélkül.

Bergaust, Erik: Die Zukunft der Raumfahrt. Econ Verlag, Düsseldorf, 1965.

Booth, Franklin: The telephone message. Kiadó megjelölése nélkül, New York, 1937.

Brandt, Leo: Gesichte der Radartechnik. Rückblick auf die Leistungen der britischen und deutschen Forschung und Entwicklung. VDI Nachrichten, 1968. No 17, 18, 19, 20.

Chipman, Robert A.: The earliest electromagnetic instruments. Smithsonian Institution kiadása, Washington, 1964.

Clarke, A. G.: Man and Space. Life kiadása, New York, 1964.

Clarke, A. G.: A jövő körvonalai. Gondolat Kiadó, Budapest, 1968.

Clarke, A. G.: Eine neue Zeit bricht an. Elektronik und Raumfahrt verändern die Welt. Econ Verlag, Düsseldorf, 1967.

Conrad, Walter: Láthatatlan utakon. Gondolat Kiadó, Budapest, 1961.

Csopey László és *Kuppis József:* A világforgalom. Természettudományi Társulat kiadása, Budapest, 1889.

Danilevszkij, V. V.: Az orosz technika története. Népszava kiadása, Budapest, 1951.

Descaves, Pierre–Martin, A. V. I.: Un siècle de radio et de télévision. O. R. T. F. et les production de Paris, 1967.

Dibner, Bern: The Atlantic-cable. Burndy Library kiadása, Norwalk, 1959.

Finn, Bernard: Alexander Graham Bell's experiments with the variable resistance transmitter. Megjelent a The Smithsonian Journal of History 1967. Winter jelzésű kötetében.

Fischer–Treuenfeld: Kriegs Telegraphie. W. Kitzinger kiadása, Stuttgart, 1879.

Flemming, Hans Walter: Was die Welt verbindet. Adern und Nerven fur Nachrichten und Güter. Econ Verlag, Düsseldorf, 1965.

Foreign Military News. Moszkva, 1967.

Frahms, Hans: Das drahtlose Jahrhundert. Süddeutscher Verlag. München, 1956.

Geheime Kommandosache. Hinter den Kulissen des Zweiten Weltkriegs. I–II. Szerzői munkaközösség. Das Beste Verlag GmbH kiadása. Stuttgart, 1969.

Gladkov, K. A.: Mindentudó elektron. Táncsics Könyvkiadó, Budapest, 1962.

Guillemin, Amadée: A mágnesség és elektromosság. Természettudományi Társulat kiadása, Budapest, 1885.

Hoor Mór dr.: Elektromos mérések és mérőeszközök. Magyar Mérnök és Építész Egylet kiadása, Budapest, 1894.

Hobbard, Geoffrey: Cooke and Wheatstone and the Invention of the Electric Telegraph. Routlege & Kegan Paul, London, 1965.

Jacobi Ágost szerkesztésében: Magyar Műszaki Parancsnokságok, Csapatok és Alakulatok a Világháborúban. Közlekedési Nyomda K. F. T. kiadása, Budapest, 1938.

Jones, Thomas Francis: Thomas Alva Edison. Otto Brander Verlag, Frankfurt a. M., 1909.

Josephson, Matthew: Edison. McGraw–Hill Book Co. New York–Toronto, 1959.

King, James W.: The development of electrical technology in the 19th century. The telegraph and the telephone. Smithsonian Institution kiadása, Washington, 1962.

Klinckowstroem, Karl Graf von: Knaurs Geschichte der Technik. Droemersche Verlagsanstalt. Knaur Nachf. München, 1959.

Kováts Zoltán dr. és szerzőtársai. Újdonságok a haditechnikában. Zrínyi Katonai Kiadó, Budapest, 1967.

Kreutzer Géza: A szikratávíró. A. Slaby tanárnak a német császár előtt tartott felolvasásai után. Franklin Társulat kiadása, Budapest, 1917.

Kurylo, Friedrich: Ferdinand Braun. Leben und Wirken des Erfinders der Braunschen-Röhre. Heinz Moos Verlag, München, 1965.

Lesage, Jean: Alexander Graham Bell Museum. Tribute to Genius. National Geographic Society kiadása. Washington, 1956.

Lilley, S.: A történelem, az ember és a gépek. Szikra kiadása. Budapest, évszám nélkül. Először 1948-ban Londonban jelent meg.

McLuhan, Marschall: Die magischen Kanäle. Econ Verlag, Düsseldorf, 1967.

Magay András: Hírközlés földrészek között. Táncsics Könyvkiadó, Budapest, 1965.

Margneu, Henry–Bergamini, David: The Scientist. Life kiadása, New York, 1964.

Natan, Alex: Graue Eminenzen. Geheime Berater im Schatten der Macht. Walter-Verlag, Olten und Freiburg im Breisgau, 1967.

Neumann, Georg Paul és szerzőtársai: Die deutschen Luftstreitkräfte im Weltkriege. Ernst Siegfried Mittler & Sohn kiadása, Berlin, 1920.

Pap János: Puskás Tivadar. Egy nagy magyar feltaláló életregénye. Terra kiadása, Budapest, 1960.

Pócza Jenő dr.: Radar. Fehér Holló Könyvkiadó, Budapest, évszám nélkül.

Satelen, M. A.: A XIX. század orosz elektrotechnikusai. Tankönyv az energetikai és elektrotechnikai intézetek és fakultások részére. Állami Energetikai Kiadó, Moszkva–Leningrád, 1955. Fordította Demetrovits Szilárd. Kézirat.

Savenhagen, W.: Verkehrs-, Beobachtungs- und Nachrichtenmittel. Kiadó megjelölése nélkül, Göttingen–Leipzig, 1905.

Sänger, Eugen: Raumfahrt heute, morgen und übermorgen. Econ Verlag, Düsseldorf, 1963.

Solomon, Louis: Telstar communication break-trough by satellite. McGraw–Hill Book Co. New York, 1962.

Szkrjagin, L.: S. O. S. Táncsics Könyvkiadó, Budapest, 1963.

Szovjet–amerikai–angol–német–francia–lengyel és japán szerzők munkaközössége: La grande aventure de l'Espace. Édition Rombaldi, Paris, 1968.

Tábori–Valkó–Ambrózy: A hírközlés regénye. Minerva Zsebkönyv, Budapest, 1967.

The telephone in America. American Telephone and Telegraph Co. kiadása. New York, szerző megjelölése nélkül.

Thieme, Bruno: Drahtlose Telegraphie und Telephonie und ihre Anwendung in der Praxis. Hermann Schran & Co. kiadása, Berlin, 1914.

Unsere Welt 1985. Szerzői munkaközösség. Hundert Beiträge internationaler Wissenschaftler Schriftsteller und Publizisten aus fünf Kontinenten. Verlag Kurt Densch, München–Wien–Basel, 1964.

US and British Navies. Moszkva, 1967.

Wilson, Mitchell: American science and invention. Bonanza Books, New York, 1969.

Zemplén–Pogány–Pöschl: Az elektromosság és gyakorlati alkalmazásai. Természettudományi Társulat kiadása, Budapest, 1927.

Zenneck, J. dr.: Lehrbuch der drathlosen Telegraphie. Stuttgart, Ferdinand Enke kiadása, 1913.

Zvorikin, A. A.–M. I. Oszmova–V. I. Csernyisev–D. V. Suhargyin: A technika története. Kossuth Könyvkiadó, Budapest, 1964.

TARTALOM

A GONDOLAT SZÁRNYAI 5
EMLÉKEZZÜNK A RÉGIEKRŐL 7
Trója–Mükéné 9
Görög–római és más régi emlékek 11
AZ OPTIKAI TÁVÍRÓK 13
Zászló és kard mint jelzőkészülék 13
A szemafor 15
Táviratozás fénysugárral 18
A VILLAMOSSÁG ŐSKORA 19
Bodzabél és leideni palack 19
Kémiai távíró 21
A MÁGNESTŰ KILENDÜL 23
Pavel Lvovics Silling 25
A cár fizikusa 30
Cooke és Wheatstone 33
A mutatólapos távíró 34
TÁVÍRÓ A HÁBORÚBAN 36
EGY FESTŐ, AKI TÁVÍRÓT ALKOTOTT 39
Morzetávíró a XIX. század háborúiban 42
A BETŰNYOMÓ TÁVÍRÓ 55
TÉRKÉPEK TÁVIRATOZÁSA 58
AZ ÉLET MEGGYORSUL 61

Géptávíró, távgépíró 63
A forró drót 64
KÁBELEK A TENGER ALATT 66
A csatornakábel 67
Az ütem fokozódik 69
Szakadnak a kábelek 70
A „MESSZESZÓLÓ" 73
A telefon eredete 73
A telefonhírmondó 81
Telefon a cári Oroszországban 82
Telefonközpont régen és ma 84
Az összepréselt hang 88
Magyar vezetékes híradó alakulatok az első világháborúban 90
A RÁDIÓ 96
Heinrich Hertz 96
A rádió őskora 98
ALEKSZANDR SZTYEPANOVICS POPOV 102
Marconi 115
ADÓ-VEVŐ RENDSZEREK A SZÁZAD ELEJÉN 122
Braun rendszere 122
S. O. S. 127
AZ EIFFEL-TORONY 131
SZIKRATÁVÍRÓ A HADSEREGEKBEN 135
RÁDIÓ AZ ELSŐ VILÁGHÁBORÚ IDEJÉN . . . 141
A kezdet 141
Az elektroncső forradalmasítja a rádiózást 144
Popov utódai 148
A repülőgépek és a léghajók rádiói 150
Rádió-iránymérés 153
A KÉMEK RÁDIÓNYELVE 157
A RÁDIÓZÁS VILÁGA 167
PILLANTÁS A TRANZISZTOR ÉS KÉPCSŐ ŐSKORÁBA 172

A televízió megszületése 176
A tranzisztor 186
HÍRKÖZLŐ MESTERSÉGES HOLDAK 189
MA ÉS HOLNAP 195
Troposzferikus híradás 195
Rádiózás a föld alatt 197
Miniatürizálás 199
EGY HŐS HÍRADÓ KATONA 201
IRODALOM 205

Felelős kiadó a Zrínyi Katonai Kiadó parancsnoka
Felelős szerkesztő: Szabó Sándor
Műszaki szerkesztő: Zahner Sándor
Képszerkesztő: Markó József
A védőburkoló Kondor Lajos munkája
Műszaki vezető: Olajos Tibor alezredes
Terjedelme: 12,2 A/5 ív
Példányszám: 4000
Készült: az MSZ 5602–67 sz. szabvány szerint
266 – 69 0095/1. Zrínyi Nyomda, Budapest. F. v.: Bolgár Imre
006 zi 226 – g – 6971

21.– Ft

Horváth Árpád

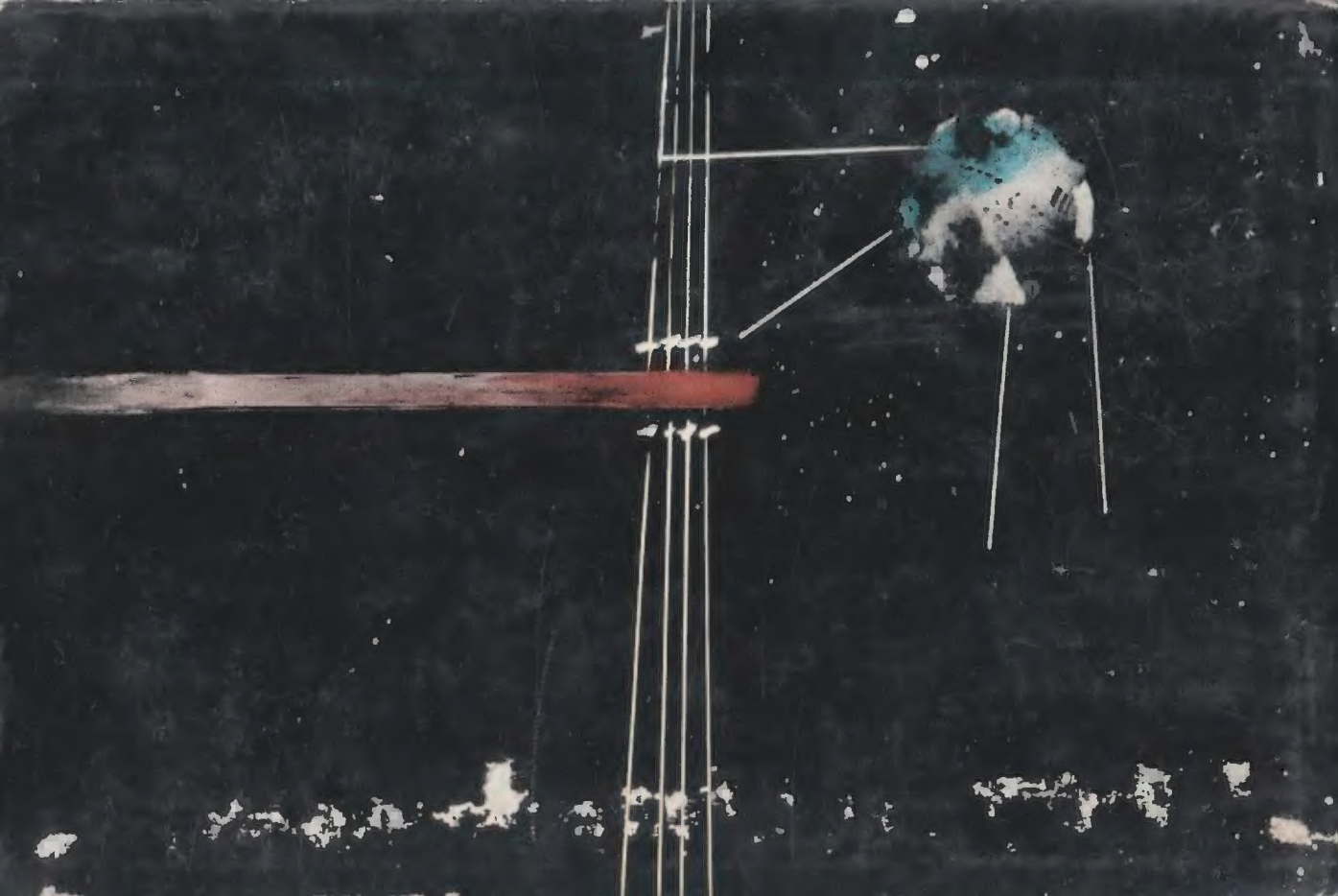
A GONDOLAT SZÁRNYAI

A gondolat nagy távolságokra való eljuttatásának – a hírek közlésének – problémája az emberiséget a legrégibb időktől foglalkoztatja. Ha indítékait kutatjuk, arra – a talán nem is meglepő – eredményre jutunk, hogy az első igények katonai téren, a hadviselés során jelentkeztek. Az ellenség hadmozdulatairól, a csaták, ütközetek kimeneteléről szóló hírek a hadvezérek számára mindenkor nagy fontosságúak voltak.

A katonai igények nyomán bekövetkező technikai fejlődés nem véletlen és nem egyedülálló jelenség: korunk tudományos-technikai forradalmának nem egy vívmányát a haditechnika egyik vagy másik követelménye hívta életre. Így a katonai híradástechnika mai szintjének elérése is a hadviselésnek mindenkori és egyre fokozódó igényeiben gyökerezik.

A katonai híradástechnika történetét összefoglaló mun-

ka ez ideig nem jelent meg. A szerző könyvével a katonai híradástechnika történetéről kíván – távolról sem teljes – képet nyújtani, hiszen a régebbi, de az újabb háborúkat viselő államok híradástechnikai eszközeiről, híradó alakulatáik háborús működéséről csak a levéltárak és a memoárok szűkszavú feljegyzései nyújtanak valamelyes támpontokat.

A könyv reflektorszerűen felvillantott képsor bemutatásával vezeti végig az olvasót a híradástechnika fejlődésének történetén. Az első képen az ókori Akropoliszt látjuk, amint az athéniek az Aigina-szigetről felszálló füstoszlopról értesülnek, hogy a perzsa gályák befutottak a Szalamiszi-öbölbe . . . az utolsón a Venus–5 űrhajó rádióhíreiről értesülünk.

Az út hosszú és érdekes. Sikerekkel és balsikerrel teli, de mindenkor hiven tükrözi az emberi gondolat szárnyalását.